

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Périodicité	annuel ; semestriel
Numérotation	1re année (an 11, vend.)-52e année (1853) ; 53e année, 2e s. 1re année (1854)-72e année, 2e s. 20e année (1873) ; 73e année, 3e s. 1re année (1874)-84e année, 3e s. 12e année (1885) ; 85e année, 4e s. 1re année (1886)-94e année, 4e s. 10e année (1895) ; 95e année, 5e s. 1re année (1896)-99e année, 5e s. 6e année (1900) ; 100e année (1901)-143e année (1943).
Adresse	Paris : Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, 1802-1943
Collation	166 vol. ; 26 cm
Nombre de volumes	166
Cote	Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale BSEIN
Sujet(s)	Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 19e siècle Innovations -- France -- 1900-1945
Note	Voir la note d'introduction au Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Collection numérisée : 1802-1943 (conservée au siège de la Société d'Encouragement)
Notice complète	https://www.sudoc.fr/037924427
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?BSPI
LISTE DES VOLUMES	
	1802. An XI [1802]. 1e année
	1803. An XI-XII [1803]. 2e année
	1804. Messidor An XII [1804]- Prairial An XIII [1805]. 3e année. N. 1-12
	1805-1806. Messidor an XIII [1805]-Juin 1806. 4e année. N. 13-24
	1806-1807. Juin 1806-juin 1807. 5e année. N. 25-36
	1807. Juillet-décembre 1807. 6e année. N. 37-42
	1808. 7e année. N. 43-54
	1809. 8e année. N. 55-66
	1810. 9e année. N. 67-78
	1811. 10e année. N. 79-90
	1812. 11e année. N. 91-102
	1813. 12e année. N. 103-114
	1814. 13e année. N. 115-126
	1815. 14e année. N. 127-138
	1816. 15e année. N. 139-150
	1817. 16e année. N. 151-162

	1818. 17e année. N. 163-174
	1819. 18e année. N. 175-186
	1820. 19e année. N. 187-198
	1821. 20e année. N. 199-210
	1822. 21e année. N. 211-222
	1823. 22e année. N. 223-234
	1824. 23e année. N. 235-246
	1825. 24e année. N. 247-258
	1826. 25e année. N. 259-270
	1827. 26e année. N. 271-282
	1828. 27e année. N. 283-294
	1829. 28e année. N. 295-306
	1830. 29e année. N. 307-318
	1831. 30e année. N. 319-330
	1832. 31e année. N. 331-342
	1833. 32e année. N. 343-354
	1834. 33e année. N. 355-366
	1835. 34e année. N. 367-378
	1836. 35e année. N. 379-390
	1837. 36e année. N. 391-402
	1838. 37e année. N. 403-414
	1839. 38e année. N. 415-426
	1840. 39e année. N. 427-438
	1841. 40e année. N. 439-450
	1842. 41e année. N. 451-462
	1843. 42e année. N. 463-474
	1844. 43e année. N. 475-486
	1845. 44e année. N. 487-498
	1846. 45e année. N. 499-510
	1847. 46e année. N. 511-522
	1848. 47e année. N. 523-534
	1849. 48e année. N. 535-546
	1850. 49e année. N. 547-558
	1851. 50e année. N. 559-578
	1852. 51e année. N. 579-582
	1853. 52e année. N. 583-594
	1854. 53e année. 2e série, tome 1
	1855. 54e année. 2e série, tome 2
	1856. 55e année. 2e série, tome 3
	1857. 56e année. 2e série, tome 4
	1858. 57e année. 2e série, tome 5
	1859. 58e année. 2e série, tome 6
	1860. 59e année. 2e série, tome 7
	1861. 60e année. 2e série, tome 8
	1862. 61e année. 2e série, tome 9
	1863. 62e année. 2e série, tome 10
	1864. 63e année. 2e série, tome 11
	1865. 64e année. 2e série, tome 12
	1866. 65e année. 2e série, tome 13
	1867. 66e année. 2e série, tome 14

	1868. 67e année. 2e série. tome 15
	1869. 68e année. 2e série. tome 16
	1870. 69e année. 2e série. tome 17
	1871. 70e année. 2e série. tome 18
	1872. 71e année. 2e série. tome 19
	1873. 72e année. 2e série. tome 20
	1874. 73e année. 3e série. tome 1
	1875. 74e année. 3e série. tome 2
	1876. 75e année. 3e série. tome 3
	1877. 76e année. 3e série. tome 4
	1878. 77e année. 3e série. tome 5
	1879. 78e année. 3e série. tome 6
	1880. 79e année. 3e série. tome 7
	1881. 80e année. 3e série. tome 8
	1882. 81e année. 3e série. tome 9
	1883. 82e année. 3e série. tome 10
	1884. 83e année. 3e série. tome 11
	1885. 84e année. 3e série. tome 12
	1886. 85e année. 4e série. tome 1
	1887. 86e année. 4e série. tome 2
	1888. 87e année. 4e série. tome 3
	1889. 88e année. 4e série. tome 4
	1890. 89e année. 4e série. tome 5
	1891. 90e année. 4e série. tome 6
	1892. 91e année. 4e série. tome 7
	1893. 92e année. 4e série. tome 8
	1894. 93e année. 4e série. tome 9
	1895. 94e année. 4e série. tome 10
	1896. 95e année. 5e série. tome 1
	1897. 96e année. 5e série. tome 2
	1898. 97e année. 5e série. tome 3
	1899. 98e année. 5e série. tome 4
	1900. 99e année. 5e série. tome 5. 1er semestre
	1900. 5e série. tome 6. 2e semestre
	1901. 1er semestre
	1901. 2e semestre
	1902. 1er semestre
	1902. 2e semestre
	1903. 1er semestre
	1903. 2e semestre
	1904. 1er et 2e semestre
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1905. 1er et 2e semestre
	1906. 1er et 2e semestre
	1907. 1er et 2e semestre
	1908. 1er et 2e semestre
	1909. 1er semestre
	1909. 2e semestre
	1910. 1er semestre
	1910. 2e semestre
	1911. 1er semestre

	1911. 2e semestre
	1912. 1er semestre
	1912. 2e semestre
	1913.1er semestre
	1913. 2e semestre
	1914. 1er semestre
	1914. 2e semestre
	1915. 1er semestre
	1915. 2e semestre
	1916. 1er semestre
	1916. 2e semestre
	1917. 1er semestre
	1917. 2e semestre
	1918. 1er semestre
	1918. 2e semestre
	1919. 1er semestre
	1919. 2e semestre
	1920. 1er et 2e semestre
	1921. 1er et 2e semestre
	1922. 1er et 2e semestre
	1923. 1er et 2e semestre
	1924. 1er et 2e semestre
	1925. 1er et 2e semestre
	1926. 1er et 2e semestre
	1927. 1er et 2e semestre
	1928. 1er et 2e semestre
	1929. 1er et 2e semestre
	1930. 1er et 2e semestre
	1931. 1er et 2e semestre
	1932. 1er et 2e semestre
	1933. 1er et 2e semestre
	1934. 1er et 2e semestre
	1935. 1er et 2e semestre
	1936. 1er et 2e semestre
	1937. 1er et 2e semestre
	1938. 1er et 2e semestre
	1939 (janvier-décembre)
	1940-1941 (janvier.1940-juin.1940 ; juillet.1940-juin. 1941 ; juillet.1941-décembre.1941)
	1942 (janvier-décembre)
	1943 (janvier-décembre)
	Table cumulative (juillet 1802-1818). Relié avec Notice sur les travaux de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Suivi de : Extrait du procès-verbal de la séance ordinaire du mercredi 9 septembre 1818
	Table cumulative 1801-1837 (tomes 1 à 36)
	Table cumulative 1838-1851 (tomes 37 à 49)
	Table cumulative 1852-1854 (tomes 50 à 52)
	Table cumulative 1854-1863 (tomes 53 à 62)
	Table cumulative 1864-1873 (tomes 63 à 72)
	Table cumulative 1874-1883 (tomes 73 à 82)

	Table cumulative 1884-1893 (tomes 83 à 92)
	Table cumulative 1894-1900 (tomes 93 à 100)
	Table cumulative 1901-1910 (tomes 101 à 115)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Volume	1905. 1er et 2e semestre
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1905
Collation	1 vol. (1568 p.) : ill. ; 26 cm
Nombre de vues	1619
Cote	BSPI 108
Sujet(s)	Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 1900-1945
Thématique(s)	Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Revue
Note	Les liens erronés résultent d'une pagination multiple propre à la publication originale. Exemple : 1x7 Compte rendu l'an XI, 7 [lien probable (cf. note)] 2x7 [Idem] [lien probable (cf. note)]
Langue	Français
Date de mise en ligne	30/11/2009
Date de génération du PDF	02/02/2026
Notice complète	https://www.sudoc.fr/037924427
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.108

Fondée le 2 novembre 1801, la S.E.I.N. s'est donné pour but, dans la droite ligne des Lumières, de favoriser le progrès de l'économie nationale par l'encouragement à l'innovation technique et la promotion des "arts utiles" déjà appelée par l'*Encyclopédie*. Lors de sa création, elle a rassemblé un aréopage de hauts administrateurs et personnalités politiques, savants et professeurs, banquiers et négociants, industriels et grands manufacturiers. Elle est ensuite restée durablement marquée par cet aspect élitiste de ses origines, qui correspondait au vœu du Premier Consul de réconcilier les élites d'avant et d'après 1789. Elle a eu pour présidents successifs trois chimistes de premier plan, J.-A. Chaptal (ministre de l'Intérieur sous le Consulat), L.-J. Thenard (grand notable sous la Monarchie de Juillet) et J.-B. Dumas (ministre du Commerce sous la IIe République). A partir de 1884, les présidents seront issus des grands corps techniques de l'Etat et élus pour une durée limitée à trois années.

Très rapidement, la Société d'Encouragement a entrepris de publier un *Bulletin* comme support important de son activité et de sa sociabilité. Il est paru sans interruption de 1802 à 1943. Ce *Bulletin* a eu pour finalité première et essentielle de rendre compte, mois par mois, des travaux de son Conseil composé à l'origine de cinq Comités spécialisés (Arts mécaniques, Arts chimiques, Arts agricoles, Arts économiques, Commerce). Ces Comités remplissent une mission d'expertise des inventions et découvertes qui leur sont soumises, et d'encouragement à l'innovation par le biais de prix, concours et récompenses. Le *Bulletin* est très vite devenu bien davantage qu'un organe interne de la Société, comportant, en plus des rapports des Comités, des listes de brevets français et étrangers, des notices d'actualité, des comptes rendus bibliographiques et, à partir de la fin du XIXe siècle, des articles de fond.

De la sorte, le *Bulletin* s'est affirmé comme un instrument majeur d'information technique et industrielle. Son rayonnement est suffisamment attesté par le nombre de ses articles reproduits *in extenso*, résumés ou traduits dans nombre de périodiques français et étrangers. Fort de près de 500 pages dès le milieu du XIXe siècle, il s'est enrichi très fortement au début du XXe pour avoisiner les 2 000 ! Dès le début, le *Bulletin* a été accompagné de planches gravées sur cuivre, en hors-texte, qui témoignent de l'avènement du nouveau graphisme technique développé autour du Conservatoire des arts et métiers où il est formalisé par Leblanc (fils). A partir de 1855, des gravures sur bois sont également insérées dans le corps du texte. La photographie est régulièrement utilisée pour les illustrations au milieu des années 1890. Avec certains volumes, sont parfois reliées diverses brochures (annonces de prix et concours, liste des membres...).

La S.E.I.N. s'est attachée à rendre l'information accessible en publiant des Tables analytiques – indépendamment des tables annuelles présentes dans chaque volume. Dans un premier temps, ces tables indexent tout à la fois les matières et les noms cités dans les titres des articles (ces noms étant aussi bien ceux des inventeurs expertisés ou récompensés que ceux des rapporteurs ou auteurs d'articles de fond). Par la suite, après 1900, matières et noms seront présentées séparément. Les planches ont fait l'objet de tables spécifiques – tant annuelles que récapitulatives – depuis l'origine jusqu'à leur disparition en 1900. Les *Bulletins* correspondent formellement à six séries, ce qui détermine leur référencement. Néanmoins, il est plus souvent fait usage de leur numéro d'ordre absolu (la numérotation commençant en 1802) ou de l'année de parution (en notant le semestre pour les années 1900 à 1903 et 1909 à 1919). On dispose alors de dix tables (publiées entre 1820 et 1912), couvrant la période 1802-1910.

- 1ère Série, 1802-1853 (tome 1 à 52) : tables publiées en 1820 (années 1802 à 1818), en 1838 (années 1802 à 1837), en 1851 (années 1838 à 1850) et en 1854 (années 1851 à 1853). A noter que les deux premières années ont été rééditées en 1819 avec modifications ; l'édition ici numérisée, qui est la seconde, apparaît seule dans la table de 1838.
- 2ème Série, 1854-1873 : tables publiées en 1865 (années 1854 à 1863) et en 1874 (années 1864 à 1873).
- 3ème Série, 1874-1885 ; 4ème Série, 1886-1895 ; 5ème Série, 1896-1900 : tables publiées en 1889 (années 1874 à 1883), en 1895 (années 1884 à 1893) et 1902 (années 1894 à 1900).
- Dernière série, 1901-1943 : une seule table publiée en 1912 (années 1901 à 1910). Au delà de 1910, il est

nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

- R. Tresse, « le Conservatoire des arts et métiers et la Société d'encouragement pour l'industrie nationale », *Revue d'histoire des sciences*, t. 5, 1952, p. 246-264.
- P. Redondi, « Nation et Entreprise : la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1801-1818 », *History and Technology*, 5, 1988, p.193-222.
- S. Chassagne, « Une institution originale de la France post-révolutionnaire et impériale : la Société d'encouragement pour l'industrie nationale », *Histoire, économie et sociétés*, 3e trimestre 1989, p.147-165.
- D. Blouin, « La Société d'encouragement : lieux et étapes. I.- Les premières implantations, les premières ambitions, les premières manifestations, 1801-1812 », *L'Industrie nationale*, 1er semestre 1996, p. 11-22.
- M. Letté, « Henry Le Chatelier et les réformes de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale , 1884-1900 », *Sciences et techniques en perspective*, 2e série, t. 1, 1997, p. 347-404.
- S. Benoit et D. Blouin, « Des espaces au service d'un projet: les hôtels de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et leurs fonctions au XIXe siècle, 1801-1914 », p. 175-191 dans A. Despy-Meyer éd., *Institutions and Societies for Teaching, Research and Popularisation*, Turnhout, Brepols, 2000.
- S. Benoit, G.Emptoz et D. Woronoff (dir.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, CTHS, 2006.

[Voir le catalogue et accéder aux volumes numérisés](#)

Fonds documentaires de la SEIN gérés par la Commission d'Histoire

Les fonds patrimoniaux (bibliothèque et archives) de la S.E.I.N. sont conservés et consultables au siège de la Société d'Encouragement : 4, place Saint-Germain-des-Prés, 75006 PARIS. Ces fonds comportent des livres et des brochures ainsi que des collections de périodiques français et étrangers, relevant pour l'essentiel du XIXe siècle et du premier tiers du XXe. Il n'existe pas actuellement d'inventaire détaillé des ouvrages. Le récolement est en cours.

Pour toute recherche, les membres de la Commission d'Histoire sont à la disposition des lecteurs pour les guider parmi les fonds. Une permanence est organisée, pour l'accueil des chercheurs, tous les vendredis de 10h à 18h. Il est aussi possible, dans certains cas et notamment dans le cas de personnes venant de province ou de l'étranger, d'obtenir des rendez-vous particuliers (le lundi par exemple).

- [Site internet de la S.E.I.N.](#) :

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR
L'INDUSTRIE NATIONALE

BS91-108

PUBLIÉ
SOUS LA DIRECTION DU SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ
M. ED. COLLIGNON

1905

Pour faire partie de la Société, il faut être présenté par un membre et être nommé par le Conseil d'administration.

(Extrait du Règlement.)



PARIS
SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44

1905

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

RÉDACTION DU BULLETIN

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*
tous les jours, de 2 à 4 heures.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES, DES MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL
ET DES MEMBRES CORRESPONDANTS, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS
DU 9 DÉCEMBRE 1904 POUR L'ANNÉE 1905

BUREAU

Année
de l'entrée
au Conseil.

Président.

1885. — LE CHATELIER (Henri) (*), ingénieur en chef des mines, professeur au Collège de France, rue Notre-Dame-des-Champs, 73 (VI^e arr^t).

Vice-présidents.

1884. — BRÜLL (A.) (*), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, 117, boulevard Malesherbes (VIII^e arr^t).

1897. — GRANDEAU (C. *), inspecteur général des stations agronomiques, 4, avenue La Bourdonnais (VII^e arr^t).

1892. — GRUNER (E.) (O. *), ingénieur civil des mines, secrétaire du Comité central des houillères de France, 6, rue Férou (VI^e arr^t).

1879. — HUET (E.) (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées, 44, boulevard Raspail (VII^e arr^t).

Secrétaire.

1876. — COLLIGNON (Ed.) (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, 6, rue de Seine (VI^e arr^t).

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (*), boulevard Haussmann, 77 (VIII^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

Censeurs.

1881. — SIMON (E.) (*), ingénieur, boulevard du Montparnasse, 89 (VI^e arr^t).
1884. — BORDET (*), ancien inspecteur des finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon et Commentry, boulevard Saint-Germain, 181 (VII^e arr^t).

Commission des Fonds.

1884. — BORDET (*), ancien inspecteur des finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon et Commentry, *Président*, boulevard Saint-Germain, 181, (VII^e arr^t).
1868. — GOUPIL DE PRÉFELN (*), boulevard Haussmann, 77 (VIII^e arr^t).
1876. — PEREIRE (Henry), ingénieur des arts et manufactures, boulevard de Courcelles, 33 (VIII^e arr^t).
1887. — FOURET (*), examinateur d'admission à l'École polytechnique, avenue Carnot, 4 (XVII^e arr^t).
1888. — D'EICHTHAL (Eug.), administrateur de la Compagnie du chemin de fer du Midi, boulevard Malesherbes, 144 (XVII^e arr^t).
1891. — HEURTEAU (O. *), ingénieur en chef des mines, directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17 (IX^e arr^t).
1900. — LAVOLLÉE (J.), avocat à la Cour d'appel, 3, avenue du Coq (IX^e arr^t).
1902. — HONORÉ (Frédéric) (*), ingénieur des arts et manufactures, administrateur délégué de la Société du Louvre, 73, rue de Lille (VII^e arr^t).
1903. — LAFOSSE (H.) (*), inspecteur des eaux et forêts, 78, rue de Varenne (VII^e arr^t).
N...

Comité des Arts mécaniques.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (G. O. *), membre de l'Institut, *Président*, rue de Vaugirard, 56, (VI^e arr^t).
1876. — COLLIGNON (Ed.) (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, rue de Seine, 6 (VI^e arr^t).
1881. — SIMON (E.) (*), ingénieur, boulevard du Montparnasse, 89 (VI^e arr^t).
1884. — BRÜLL (*), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, boulevard Malesherbes, 117 (VIII^e arr^t).
1890. — BIENAYMÉ (C. *), directeur des constructions navales, en retraite, correspondant de l'Institut, 14, rue Revel, à Toulon (Var).
1891. — IMBS (*), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue Greuze, 20 (XVI^e arr^t).
1891. — SAUVAGE (O. *), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École supérieure des mines, rue Eugène-Flachat, 14 (XVII^e arr^t).
1893. — FLAMANT (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées, 11, Grande Rue, à Bourg-la-Reine.
1894. — LINDER (C. *), inspecteur général des mines, en retraite, 38, rue du Luxembourg (VI^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

1895. — BOURDON (Édouard) (O. *), constructeur-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 74 (XI^e arr^t).
 1895. — ROZÉ (*), répétiteur d'astronomie à l'École polytechnique, 62, rue du Cardinal-Lemoine (V^e arr^t).
 1897. — BARBET (*), ingénieur, 53, avenue de Paris, à Versailles (Seine-et-Oise).
 1897. — DILIGEON (*), constructeur-mécanicien, 23 bis, avenue Niel (XVII^e arr^t).
 1898. — MASSON (O. *), ingénieur civil, directeur en congé hors cadre au Conservatoire des arts et métiers, 22, rue Alphonse-de-Neuville (XVII^e arr^t).
 1900. — WALCKENAER (O. *), ingénieur en chef des mines, 218, boulevard Saint-Germain (VII^e arr^t).
 1901. — RATEAU, professeur à l'École des mines, 7, rue Bayard (VIII^e arr^t).

Comité des Arts chimiques.

1872. — TROOST (C. *), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, *Président*, rue Bonaparte, 84 (VI^e arr^t).
 1877. — BÉRARD (P.) (O. *), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue Casimir-Delavigne, 2 (VI^e arr^t).
 1880. — VINCENT (C.) (*), ingénieur, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Germain, 25 (V^e arr^t).
 1880. — JUNGFLIECH (*), professeur au Conservatoire des arts et métiers et à l'École de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, rue du Cherche-Midi, 74 (VI^e arr^t).
 1883. — CARNOT (Adolphe) (C. *), membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École nationale supérieure des mines, boulevard Saint-Michel, 60 (VI^e arr^t).
 1885. — LE CHATELIER (Henri) (*), ingénieur en chef des mines, professeur au Collège de France, rue Notre-Dame-des-Champs, 73 (VI^e arr^t).
 1885. — BIVER (Hector) (*), administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, rue Meissonier, 8 (XVII^e arr^t).
 1885. — APPERT (Léon) (O. *), ingénieur-manufacturier, 50, rue de Londres (VIII^e arr^t).
 1889. — VIEILLE (O. *), ingénieur en chef des poudres et salpêtres, 12, quai Henri IV (IV^e arr^t).
 1895. — BUQUET (O. *), directeur de l'École centrale des arts et manufactures, 1, rue Montgolfier (III^e arr^t).
 1898. — LIVACHE, ingénieur civil des mines, 24, rue de Grenelle (VII^e arr^t).
 1898. — MOISSAN (C. *), membre de l'Institut, professeur à l'École de pharmacie, 7, rue Vauquelin (V^e arr^t).
 1900. — BACLÉ (*), ingénieur civil des mines, 57, rue de Châteaudun (IX^e arr^t).
 1903. — HALLER (O. *), membre de l'Institut, 86, rue Claude-Bernard (V^e arr^t).
 1904. — VOGT (O. *), Directeur des services techniques de la Manufacture nationale de Sèvres (S.-et-O.).
 N...

Année
de l'entrée
au Conseil.

Comité des Arts économiques.

1876. — SEBERT (H.) (général) (C. *), membre de l'Institut, *Président*, rue Brémontier, 14 (XVII^e arr^t).
1866. — BOUILHET (Henri) (O. *), ingénieur-manufacturier, rue de Bondy, 56 (X^e arr^t).
1876. — FERNET (E.) (O. *), inspecteur général de l'Instruction publique, 23, avenue de l'Observatoire (VI^e arr^t).
1883. — BARDY (O. *), directeur honoraire du service scientifique des contributions indirectes, rue du Général-Foy, 32 (VIII^e arr^t).
1883. — MASCART (G. O. *), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, directeur du Bureau central météorologique, rue de l'Université, 176 (VII^e arr^t).
1885. — PRUNIER (L.) (*), professeur à l'École supérieure de pharmacie, membre de l'Académie de médecine, 47, quai de la Tournelle (V^e arr^t).
1886. — BECQUEREL (Henri) (O. *), membre de l'Institut, 6, rue Dumont-d'Urville (XVI^e arr^t).
1887. — CARPENTIER (O. *), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, rue du Luxembourg, 34 (VI^e arr^t).
1888. — RAYMOND (C. *), administrateur honoraire des Postes et des Télégraphes, 36, rue Washington (VIII^e arr^t).
1893. — FONTAINE (O. *), ingénieur civil, 58, rue Notre-Dame-des-Champs (VI^e arr^t).
1893. — VIOLE (O. *), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Saint-Michel, 89 (V^e arr^t).
1897. — LYON (O. *), directeur de la fabrique de pianos Pleyel, Wolff, Lyon et C^{ie}, 22, rue Rochechouart (IX^e arr^t).
1900. — TOULON (Paul) (*), ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, 70, rue d'Assas (VI^e arr^t).
1902. — HARLÉ (*), ingénieur des ponts et chaussées de la maison Sautter-Harlé et C^{ie}, 12, rue Pierre-Charron (XVI^e arr^t).
1902. — HILLAIRET (*), ingénieur-constructeur, 22, rue Vicq-d'Azir (X^e arr^t).
1903. — PEROT (*), directeur des laboratoires au Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin (III^e arr^t).

Comité d'Agriculture.

1866. — TISSERAND (Eug.) (G. O. *), conseiller maître à la Cour des Comptes, *Président*, rue du Cirque, 17 (VIII^e arr^t).
1879. — RISLER (C. *), directeur honoraire de l'Institut national agronomique, rue de Rennes, 106 bis (VI^e arr^t).
1881. — LAVALARD (Ed.) (O. *), membre du Conseil supérieur de l'agriculture, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 87, avenue de Villiers (XVII^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

1882. — MÜNTZ (Achille) (O. *), membre de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique, rue de Condé, 14 (VI^e arr^t).
 1882. — PRILLIEUX (E.) (O. *), membre de l'Institut, rue Cambacérès, 14 (VIII^e arr^t).
 1884. — MURET (*), membre de la Société nationale d'agriculture de France, place du Théâtre-Français, 4 (I^{er} arr^t).
 1885. — Le baron THÉNARD (Arnould) (O. *), membre de la Société d'agriculture de France, place Saint-Sulpice, 6 (VI^e arr^t).
 1888. — LIÉBAUT (O. *), président honoraire de la Chambre syndicale des ingénieurs-constructeurs-mécaniciens, avenue Marceau, 72 (VIII^e arr^t).
 1896. — LINDET (*), professeur à l'Institut national agronomique, 108, boulevard Saint-Germain (VI^e arr^t).
 1897. — GRANDEAU (C. *), inspecteur général des Stations agronomiques, 4, avenue La Bourdonnais (VII^e arr^t).
 1899. — BÉNARD (O. *), président de la Société d'agriculture de Meaux, 81, rue de Maubeuge (X^e arr^t).
 1901. — RINGELMANN (*), directeur de la station d'essais de machines, 47, rue Jenner (XIII^e arr^t).
 1901. — HITIER (Henri), ingénieur agronome, maître de conférences à l'Institut national agronomique, 23, rue du Cherche-Midi (VI^e arr^t).
 1893. — DAUBRÉE (L.) (C. *), conseiller d'État, directeur général des eaux et forêts, 78, rue de Varenne (VII^e arr^t).
 N...
 N...

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1876. — ROSSIGNEUX (Ch.) (*), architecte, *Président*, quai d'Anjou, 23 (IV^e arr^t).
 1876. — DAVANNE (O. *), président du comité d'administration de la Société française de photographie, rue des Petits-Champs, 82 (II^e arr^t).
 1876. — GUILLAUME (Eug.) (C. *), membre de l'Institut, ancien directeur de l'Académie de France, à Rome.
 1879. — HUET (E.) (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Raspail, 44 (VII^e arr^t).
 1879. — VOISIN BEY (O. *), inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, rue Scribe, 3 (IX^e arr^t).
 1892. — FROMENT-MEURICE (*), fabricant d'orfèvrerie, 46, rue d'Anjou (VII^e arr^t).
 1894. — PECTOR (Sosthènes), membre du conseil d'administration de la Société française de photographie, 9, rue Lincoln (VIII^e arr^t).
 1895. — BOUGUEREAU (C. *), artiste peintre, membre de l'Institut, rue Notre-Dame-des-Champs, 75 (VI^e arr^t).
 1895. — BELIN (H.) (*), éditeur, 52, rue de Vaugirard (VI^e arr^t).
 1898. — BONAPARTE (prince Roland), 10, avenue d'Iéna (XVI^e arr^t).

Année
de l'entrée
du Conseil.

1899. — LARIVIÈRE (Pierre) (*), ingénieur civil des mines, 164, quai Jemmapes (X^e arr^t).
 1899. — PILLET (J.) (O. *), professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 18, rue Saint-Sulpice (VI^e arr^t).
 1903. — MAËS (Georges) (*), manufacturier, 15, rue des Réservoirs à Clichy (Seine).
 1903. — RÉSAL (O. *), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 6, rue Furstenberg (VI^e arr^t).
 1903. — MAGNE (Lucien), (O. *), inspecteur général des monuments historiques, 6, rue de l'Oratoire (I^{er} arr^t).
 1903. — MOREAU (Auguste), ingénieur des Arts et Manufactures, 3, rue Léonie (IX^e arr^t).

Comité du Commerce.

1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (*), ancien préfet, vice-président honoraire de la Société, *Président*, 79, rue de la Tour (XVI^e arr^t).
 1869. — ROY (Gustave) (C. *), ancien président de la Chambre de commerce de Paris, membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue de Tilsitt, 12 (VIII^e arr^t).
 1887. — CHEYSSON (O. *), membre de l'Institut, inspecteur général des ponts et chaussées, 4, rue Adolphe-Yvon (XVI^e arr^t).
 1892. — GRUNER (E.) (O. *), ingénieur civil des mines, secrétaire du Comité central des houillères de France, rue Férou, 6 (VI^e arr^t).
 1896. — LEVASSEUR (O. *), membre de l'Institut, administrateur du Collège de France (V^e arr^t).
 1897. — PAULET (O. *), directeur au Ministère du Commerce, 47, boulevard Suchet, (XVI^e arr^t).
 1897. — DUPUIS (*), ingénieur civil des mines, 18, avenue Jules-Janin (XVI^e arr^t).
 1899. — LALANCE (Auguste) (*), 193, boulevard Malesherbes (XVII^e arr^t).
 1899. — LÉVY (Raphaël-Georges) (*), 26, avenue Victor-Hugo (XVI^e arr^t).
 1901. — LEGRAND (Victor) (O. *), ancien président du Tribunal de commerce de la Seine, 113, rue Lafayette (X^e arr^t).

Agent général de la Société.

- M. RICHARD (Gustave) (*), ingénieur civil des mines, rue de Rennes, 44 (VI^e arr^t),
Téléph. 729.73.

Commission du Bulletin.

- MM. COLLIGNON, secrétaire; LAFOSSE, FOURET, HATON DE LA GOUPILLIÈRE, IMBS, BÉRARD, LIVACHE, SEBERT, BARDY, RINGELMANN, LINDET, BELIN, HUET, GRUNER, Ch. LAVOLLÉE.

Année
de l'entrée
au Conseil.

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Vice-Présidents.

1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (*), président du Comité du commerce, rue de la Tour, 79.

Comité des Arts mécaniques.

1884. — LÉVY (Maurice) (O. *), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, avenue du Trocadéro, 13.

1891. — RICHARD (Gustave) (*), ingénieur civil des mines, agent général de la Société.

1898. — BOUTILIER (*), inspecteur général des ponts et chaussées, 24, rue de Madrid.

Comité d'Agriculture.

1901. — M. SCHLÖESING (O. *), membre de l'Institut, 67, quai d'Orsay.

1904. — M. HEUZÉ (O. *), inspecteur général honoraire de l'Agriculture, à Versailles (S.-et-O.).

Comité du Commerce.

1869. — CHRISTOFLE (Paul) (O. *), manufacturier, rue de Bondy, 56.

1873. — MAGNIER (E.) (*), négociant, rue de l'Arcade, 16.

Comité des Arts économiques.

1901. — ROUART (Henri) (O. *), ingénieur-constructeur, 34, rue de Lisbonne (VIII^e arr^t).

1861. — LE ROUX (F.-P.) (O. *), professeur à l'École de pharmacie, boulevard du Montparnasse, 120 (XIV^e arr^t).

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondants français.

BIETRIX, directeur de l'usine de la Chaléassière, à Saint-Étienne (Loire).

CURIÈRES DE CASTELNAU (de), ingénieur en chef des mines, 13, avenue Bosquet.

Correspondants étrangers.

CHAPMAN (Henry), ingénieur-conseil, à Londres.

DWELSHAUVERS-DERY, ingénieur, professeur à l'Université de Liège.

SELLERS (W.), constructeur-mécanicien, à Philadelphie (États-Unis).

HABICH, directeur de l'École des mines, à Lima.

WALTHER-MEUNIER, ingénieur en chef de l'Association des propriétaires de machines à vapeur, à Mulhouse.

Comité des Arts chimiques.*Correspondants français.*

GUIMET fils, manufacturier, à Lyon.
PECHINEY, directeur de la Société des produits chimiques d'Alais.
KESSLER, fabricant de produits chimiques, à Clermont-Ferrand.
DARBLAY, manufacturier, à Essonnes (Seine-et-Oise).
BOIRE (Émile), administrateur des sucreries de Bourdon (Puy-de-Dôme).
PETITPONT (Gustave), manufacturier, à Choisy-le-Roi.
BRUSTLEIN, directeur des usines Jacob Holtzer et C^{ie}, à Unieux (Loire).

Correspondants étrangers.

LOWTHIAN BELL, chimiste-manufacturier, à Rounton-Grange, Northallerton (Angleterre).
CANIZZARO, professeur à l'Université de Rome.
MENDELEEF, professeur de l'Université de Saint-Pétersbourg.
ROSCOE (Henry), Enfield 10, Bramham garden's, South-Kensington (S.-W.). Londres.
SOLVAY, fabricant de produits chimiques, à Bruxelles.

Comité des Arts économiques.*Correspondants français.*

LOREAU, manufacturier, à Briare.
CHARDONNET (comte de), ancien élève de l'École polytechnique.

Correspondants étrangers.

CROOKES (William), directeur du journal *The Chemical News*, à Londres.
PREECE, ingénieur consultant des télégraphes de l'État, à Londres.
ELIHU-THOMSON, électricien en chef de la Société *Thomson-Houston*, à Lynn, Mass. (E. U. A.).
STEINLEN, ingénieur-constructeur, à Mulhouse.

Comité d'Agriculture.*Correspondants français.*

LE CLER, ingénieur des polders de la Vendée.
MARÈS (Henri), correspondant de l'Académie des sciences, à Montpellier.
MILLIAU (Ernest), chimiste, à Marseille.
BRIOT, conservateur des eaux et forêts, à Aurillac.

Correspondants étrangers.

GILBERT (D^r), membre de la Société royale de Londres, à Rothamstead (Angleterre).

Comité du Commerce.

Correspondants français.

WALBAUM, président de la Chambre de commerce de Reims.

BESSONNEAU, manufacturier, consul de Belgique, à Angers.

Correspondants étrangers.

HEMPTINE (comte Paul de), à Gand (Belgique).

MEVISSEN, conseiller intime du commerce, ancien président de la Chambre de commerce de Cologne.

DALTON (Esq.), directeur du Patent-Office, à Londres.

AURELIO CAPELO, capitaine d'artillerie, ingénieur géographe, Calle de Jorge Juan, à Madrid.

BODIO (le commandeur), directeur général de la statistique du royaume d'Italie, à Rome.

GIFFIN, directeur de la statistique du Board of Trade, à Londres.

CARROLL (D. Wright), commissaire du département du travail, à Washington (États-Unis).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Correspondant étranger.

CARLOS RELVAS, à Collega (Portugal).

SÉANCE GÉNÉRALE DU 23 DÉCEMBRE 1904

PRÉSIDENCE DE M. H. LE CHATELIER

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ

Le fauteuil de la présidence est occupé par M. H. LE CHATELIER, *président de la Société*. A ses côtés siègent MM. Lumière, Arnodin et Héroult, lauréats, MM. Brull, Gruner et Huet, vice-présidents, et M. Collignon, secrétaire de la Société.

M. le président ouvre la séance par le discours suivant :

MESSIEURS,

Une pieuse tradition de notre Société donne à votre président le pénible privilège d'ouvrir la séance annuelle de distribution des prix par un adieu adressé à la mémoire des membres de la Société disparus dans l'année. Je tiens d'autant plus à me conformer à cet usage que nous avons à déplorer cette année la perte d'un des plus anciens et des plus fidèles membres de notre Conseil : Victor de Luynes qui, pour beaucoup d'entre nous, n'a pas été seulement un collègue éclairé, mais aussi un véritable ami. Pendant quarante ans, membre du comité des Arts chimiques, il a fait preuve d'une activité incessante. Ses publications dans notre *Bulletin* : rapports, mémoires sur ses recherches personnelles et conférences, ont dépassé la centaine. Depuis deux ans seulement, l'état de sa santé l'avait empêché, à son grand regret, de suivre avec la même assiduité nos réunions. Son autorité dans les questions de science et d'industrie n'était surpassée que par l'aménité de ses relations. C'est une perte que nous ne réparerons point; c'est du moins un exemple que nous voudrions tous imiter.

Dufresne de Saint-Léon a pendant trente années fait partie du comité des Beaux-Arts où il ne comptait que des amis. Son goût éclairé et sa politesse exquise, la grande valeur de ses productions artistiques lui avaient fait une place à part parmi ses collègues. Il avait, lors de l'Exposition de 1889, présenté une belle collection de ses bronzes dont les connaisseurs ont gardé le souvenir.

Bunel, architecte de la Préfecture de police, était entré au conseil de la Société en même temps que son collègue Dufresne de Saint-Léon, mais ses nombreuses occupations administratives l'absorbaient complètement et ne lui ont pas permis de prendre à nos travaux une part aussi active qu'il l'eût désiré.

Duclaux, l'élève préféré de Pasteur et son successeur à la tête de l'Institut de la rue Dutot, n'a fait que passer au milieu de nous. Atteint par la maladie et ne voulant conserver plus longtemps un titre et des fonctions que l'état de sa santé ne lui permettait plus de remplir, il avait, dès le commencement de cette année, envoyé sa démission de membre du comité des Arts chimiques. C'est là un exemple de probité scientifique qui ne surprendra pas de sa part. Le sentiment du devoir était chez lui à la hauteur de sa grande valeur scientifique. La seule contribution importante qu'il ait eu le temps d'apporter à nos travaux a été un éloge très remarqué de son illustre maître. Nous n'en sommes pas moins fiers de l'avoir compté pendant quelque temps au nombre des membres de notre Conseil.

Tétard aussi n'est resté que trop peu d'années membre du comité d'Agriculture. La mort nous l'a enlevé quatre ans après sa nomination. C'est donc surtout en dehors de notre Société que son activité avait pu s'exercer et lui donner une notoriété méritée dans l'industrie agricole. Il suffit de rappeler ici la part qu'il a eue dans le développement de l'industrie sucrière en France et les nombreuses récompenses que lui ont valu les perfectionnements apportés à la culture et à l'utilisation de la betterave.

Sorel, ingénieur des manufactures de l'État, avait cette année même été nommé membre correspondant au comité de Chimie. Nous comptions le convoquer à nos séances de comité, usant ainsi d'une latitude autorisée par nos règlements. Notre intention en le faisant était d'accélérer par une voie détournée le renouvellement des membres de nos comités, sans nous priver cependant de l'expérience indispensable de nos aînés. La mort l'a frappé au moment où lui parvenait notre première convocation. Ses travaux sur l'industrie de la soude, sur celle de l'acide sulfurique et plus

récemment ses études sur l'emploi de l'alcool dans les moteurs à explosion, lui avaient donné une réelle autorité.

En dehors du Conseil, parmi les membres de la Société la mort n'a pas frappé des coups moins rudes. Nous devons rappeler d'abord M. Gilbert, le célèbre manufacturier en crayons de Givet, qui a légué à notre Société une somme de 20 000 francs pour être employée au mieux des intérêts de la science et de l'industrie; puis le lieutenant-colonel d'artillerie Brogniart, gendre de Laboulaye, un de nos anciens et regrettés secrétaires, dont l'activité a tant fait pour notre *Bulletin*; M. Arson dont le nom est resté intimement uni aux progrès considérables dus à la Compagnie parisienne du gaz pour toutes les questions d'éclairage; et de nombreux ingénieurs: M. Marrel, maître de forges à Rive-de-Giers; M. Maire, ancien président de la Société des établissements Cail; M. Buxtorf, ingénieur-mécanicien à Troyes; M. Cochart, président de la Société d'Agriculture de Montmédy; MM. Casalonga, Idra, Velter, Bayet et peut-être d'autres encore dont la mort ne nous a pas été signalée.

Nous voudrions que ce dernier témoignage de sympathie soit reçu par les familles de nos collègues comme une preuve des sentiments d'estime qui nous attachaient à eux.

En considérant les vides ainsi creusés chaque année dans nos rangs, l'esprit se trouve invinciblement ramené vers cet éternel problème de la vie et de la mort. Permettez-moi de m'y arrêter un instant et de l'envisager sous l'une de ses faces particulières. Une société comme la nôtre est un organisme aussi bien qu'un individu isolé. Obéit-elle aux mêmes lois de croissance, de floraison, de décadence et de mort? Quand nous jetons les yeux sur ce qui a été l'histoire des peuples, nous voyons que pour chacun d'eux il y a eu une brillante période de prospérité qui ne s'est jamais reproduite une seconde fois. La civilisation grecque a disparu devant l'empire romain, qui s'est à son tour effacé devant des peuples plus jeunes. Les Arabes, les Espagnols ont eu aussi leur jour unique de gloire. Serions-nous exposés comme ces nations à une déchéance semblable et nos efforts doivent-ils se borner à en retarder l'échéance fatale?

On a le droit de discuter ces questions philosophiques dans le silence du cabinet et loin de l'action; vous m'en voudriez, après m'avoir fait l'honneur de m'appeler à présider vos travaux, si j'envisageais un instant de semblables éventualités. Il existe heureusement d'autres termes de comparaison plus encourageants. Une légende de l'antiquité dit qu'un

oiseau merveilleux, le Phénix, renaissait périodiquement de ses cendres. L'industrie nous a donné à maintes reprises des exemples semblables. Il y a cinquante ans, au moment des traités de commerce, il semblait que toutes les usines à fer de notre pays allaient fatalement disparaître, mais de leur ruine sont nées nos grandes usines métallurgiques modernes et parallèlement à la création de nouvelles usines, les anciennes se sont transformées sur place, appliquant au travail du bois, à la fabrication du papier la main-d'œuvre humaine et la force hydraulique aménagées primitivement dans un but différent. Quelques membres de votre Conseil ont pensé que le moment était venu d'essayer chez nous aussi une transformation radicale, analogue à celle des usines auxquelles je faisais allusion. Cela était certainement possible, car aucune société scientifique ne possède en France une situation financière aussi prospère que la nôtre, ni des moyens d'action comparables à ceux que peut fournir votre Conseil. Mais cette manière de voir n'a pas été appuyée, une forte majorité s'est déclarée partisan d'une évolution progressive, mais opposée à toute révolution.

A quoi bon, direz-vous, discuter de telles éventualités? Sommes-nous donc dans une situation assez critique pour nécessiter de graves résolutions? Permettez-moi de vous dire ici toute ma pensée. Je crains bien en le faisant de choquer quelques-uns de nos collègues et d'être arrêté par l'éternel « doit-on le dire? » Pour mon compte, j'estime que toute vérité est bonne et utile à dire. Rien n'est plus dangereux que de se cacher la tête pour ne pas voir le péril. D'ailleurs, en décidant le renouvellement périodique du bureau tous les trois ans, vous avez voulu favoriser l'intervention d'initiatives différentes et je vous prie de m'autoriser à user de cette latitude.

Notre Société traverse une période critique, elle n'en est pas responsable et n'est pas seule dans ce cas: presque toutes les sociétés techniques et scientifiques françaises se débattent aujourd'hui au milieu de difficultés semblables et beaucoup à l'étranger sont dans le même cas. Pour ne pas prendre d'exemple dans notre pays, permettez-moi de vous citer, de l'autre côté du Pas de Calais, deux des plus anciennes sociétés anglaises: la Société royale d'Agriculture luttant contre des difficultés financières inextricables (nous n'en sommes heureusement pas là) et l'Association britannique pour l'Avancement des sciences, dont la situation présente bien des caractères communs avec la nôtre. Cette célèbre société vient d'obtenir à

son dernier meeting un succès sans précédent, elle n'a pas réuni moins de 2 000 adhérents, et cependant toute la presse technique et scientifique a été unanime pour lui crier : « Vous êtes en pleine décadence et il faut vous transformer quand il est encore temps ou vous préparer à la mort. » Cette situation tient à l'évolution infiniment rapide de la science et de l'industrie, au développement incessant de la presse technique et scientifique, à la création de sociétés tous les jours plus nombreuses et plus spécialisées. Le champ d'études qui, il y a un siècle, était en France le domaine exclusif de deux sociétés : l'Académie des Sciences et la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, est divisé aujourd'hui entre une centaine de sociétés différentes. Il faut regarder de face cette situation, évoluer à notre tour et adapter nos moyens d'action au milieu où nous vivons. C'est depuis longtemps du reste une des préoccupations de votre Conseil et je voudrais vous dire ce qui a été fait dans ce sens.

Notre Société a été créée en 1801, à l'image de la Société des Arts de Londres, sur l'initiative du comte de Lasteyrie et avec l'appui efficace de Chaptal qui en a été l'âme pendant trente ans. Une année après sa création, elle comptait déjà 500 membres. Son activité était telle que parfois dans un mois, au lieu de son unique séance réglementaire, elle en a tenu jusqu'à huit. Tous les préfets étaient ses correspondants et l'accablaient de demandes de renseignements et de conseils à l'effet de coopérer aux progrès de l'agriculture et de l'industrie dans les départements. Son développement, quoique plus lent, a continué d'une façon continue pendant cinquante ans. En 1848, elle comptait 1 000 membres et abonnés, mais au moment de la Révolution de 1848 un recul important se produisit, elle perdit brusquement plusieurs centaines de membres qui justifièrent leur retraite par la dureté des temps et l'état précaire des affaires. Cet arrêt dans la prospérité de notre Société était en réalité dû à des causes plus profondes. Depuis un certain temps la création de Revues industrielles en France et à l'étranger faisait une concurrence sérieuse à notre *Bulletin*, d'autre part, les industriels plus nombreux et plus instruits n'avaient plus un besoin aussi immédiat d'être conseillés par les personnalités éminentes qui dirigeaient la Société.

Sous l'impulsion de Dumas, grâce à sa réputation et à sa situation officielle, la Société reprit un nouvel essor et en 1883, à la mort de cet illustre président, le nombre de ses membres et abonnés était remonté au chiffre

de 900. Cette prospérité cependant était plus apparente que réelle et un nouvel effondrement se produisit dans les années qui suivirent la mort de Dumas. En peu de temps, le nombre des membres redescendait à 5 ou 600. Les efforts soutenus de notre Conseil, l'activité de notre agent général M: Richard qui donna une nouvelle vie au *Bulletin*, amenèrent une réaugmentation des membres de notre Société dont le nombre atteignit ces dernières années le chiffre de 800 environ; il recommence maintenant à décroître avec une vitesse encore faible si l'on veut, mais régulièrement croissante.

Des oscillations semblables dans la vie d'une Société sont chose inévitable, il est inquiétant cependant de voir les maximums successifs aller chaque fois en décroissant d'importance, 1 000, 900, 800, quand dans le même intervalle de temps le nombre des industriels français et par suite des membres possibles de notre Société, a peut-être centuplé.

Ces faits constatés, voyons maintenant ce qui a été fait et peut être fait encore pour lutter contre cette situation. Les fondateurs de notre Société n'avaient certainement pas prévu le développement inouï de l'Industrie, la nécessité de marcher au pas de course pour suivre son mouvement. Ils avaient édifié une construction massive et carrée par la base sur le modèle des pyramides d'Égypte. Il semblait que rien ne dût changer autour d'elle et l'immobilité des fonctions de son personnel a jusqu'à ces dernières années été une règle absolue. Chaptal et Dumas ont été l'un trente ans, l'autre quarante ans Présidents de la Société. Des secrétaires, des trésoriers ont gardé aussi longtemps leurs fonctions, mais le record appartient au premier agent général de la Société, Daclin, qui est resté cinquante-deux ans en fonctions. Avec la meilleure volonté du monde, il lui eût été difficile de courir assez vite pour suivre le torrent au milieu duquel notre Société se trouvait emportée à la dérive.

Frappé d'une semblable situation, votre Conseil a décidé, après la mort de Dumas, que le Bureau serait renouvelé tous les trois ans. Un courant d'opinions très accentué permet de prévoir la généralisation du même principe dans un délai plus ou moins éloigné. Et il n'y a rien d'impossible à ce que l'on songe ensuite à appliquer ce système au Conseil tout entier. Pas n'est besoin pour cela de changer nos statuts, ils sont assez élastiques pour se prêter à de nombreuses innovations.

On peut, en utilisant la facilité de nommer honoraires les membres qui ont cessé de s'intéresser à nos travaux et de convoquer à nos réunions les

membres correspondants, faire tout ce que l'on veut dans cet ordre d'idées.

Un des moyens d'action les plus efficaces mis en œuvre par notre Société pendant les premières années de son existence a été la constitution des prix pour provoquer l'étude de certaines questions industrielles d'un intérêt immédiat pour le pays. Les résultats obtenus ainsi ont été considérables. Il suffit de rappeler quelques-uns des problèmes pour la réalisation desquels la Société d'Encouragement a joué un rôle particulièrement prépondérant, tels sont : la création de l'Industrie du sucre de betterave en France, l'installation des distilleries agricoles, la fabrication de machines à peigner la laine, la filature du lin, les perfectionnements apportés dans la construction des turbines hydrauliques et la fabrication des verres d'optique. Mais à la longue, cette situation s'est modifiée; l'importance des capitaux engagés dans l'Industrie et la rémunération obtenue par les inventions heureuses ont suffi à elles seules pour provoquer des découvertes tous les jours plus nombreuses; l'on a cessé en même temps d'attacher une aussi grande importance aux récompenses que nous décernions, souvent même les auteurs de découvertes n'ont pas pris la peine de venir réclamer les prix auxquels ils avaient droit.

Respectueux des traditions du passé, mais ne voulant pas s'immobiliser dans une orientation qui ne répondait plus aux besoins de l'Industrie moderne, notre Conseil a complètement changé dans ces dernières années sa façon de procéder. Au lieu de proposer des prix en laissant à l'initiative de chacun le soin de chercher la meilleure solution pour le problème posé, nous avons organisé sous notre contrôle immédiat toute une série d'études de science industrielle qui, si elles ne pouvaient conduire immédiatement à des transformations brusques des procédés industriels, étaient au moins de nature à faciliter grandement les progrès des industries qu'elles visaient. Les publications de ces recherches ont obtenu un légitime succès; telles d'entre elles se trouvent aujourd'hui dans les laboratoires industriels du monde entier. Ces travaux, auxquels les membres du Conseil ont concouru d'une façon directe, n'ont pas peu contribué à maintenir le bon renom de notre Société.

C'est peut-être ici le lieu de répondre à une critique qui nous a parfois été faite : « Vous consacriez autrefois des sommes importantes à décerner des prix. Vous avez cessé. Qu'avez-vous fait de l'argent qui vous avait été confié pour encourager l'Industrie? » Ces sommes nous les avons consacrées à la réalisation des recherches en question et dans ces dernières années

leur total s'est élevé à plus de 60 000 francs. Un tableau, dont la lecture ici serait un peu longue et pourrait sembler fastidieuse, sera donné dans le *Bulletin* de notre Société pour résumer ce qui a été fait dans cette direction.

RECHERCHES DE SCIENCE INDUSTRIELLE POURSUIVIES SOUS LES AUSPICES
DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Année de la mise en train.	Somme affectée aux études.	Objets des recherches.	Auteur des expériences.	Publications des résultats dans le Bulletin de la Société.
1891	3 000	Pouvoir calorifique des combustibles.	Mahler.	[4]. 7. 319-374 (1892).
1892	2 000	Acclimatation de l'arbre à gutta percha.	Serullas.	»
1894	3 000	Trempe de l'acier.	Charpy.	[4]. 10. 660-726 (1893).
—	2 000	Études sur la porcelaine.	Damour.	[5]. 2. 191-215, 322-335 (1897).
—	3 000	Alliages de cuivre et de zinc.	Charpy.	[3]. 1. 180-210 (1896).
—	1 500	Fusibilité des alliages.	Gautier.	[5]. 1. 1293-1318 (1896).
—	2 500	Propriétés mécaniques des alliages.	Leverrier.	»
1896	3 000	Aciers à aimants.	Curie (M ^{me}).	[5]. 3. 36-76 (1898).
—	3 000	Constitution des alliages et métaux antifrictions.	Charpy.	[5]. 2. 384-419 (1897) et [5]. 3. 670-707 (1898).
1897	2 000	Études sur le poinçonnage.	Fremont.	[5]. 2. 1177-1247 (1897).
1898	1 000	Dilatation des pâtes céramiques.	Coupeau.	[5]. 3. 1275-1309 (1898).
—	1 000	Études sur les versés.	Grenet.	[5]. 4. 838-848 (1899).
1899	1 500	Variation de volume des ciments.	Deval.	[5]. 5. 31-54, 267-270 (1900).
—	2 000	Chronomètres.	Brillouin.	»
1900	1 500	Photographie radiographique.	Villard.	»
—	2 000	Études sur le radium.	Curie.	»
1901	3 000	Gisement des argiles de France.	Laville.	A l'impression.
—	3 000	Analyses des argiles de France.	Lavezard.	A l'impression.
1902	400	Propriétés des engrais.	Dupays.	102. (509-537 (1903).
1903	1 500	Études sur les trusts aux États-Unis.	Sayous.	»
—	3 000	Propriétés des argiles de France.	Lavezard.	A l'impression.
—	1 500	Essais à la flexion des ciments.	Deval.	104. 408-449 (1903).
—	2 600	Études de poinçonnage.	Fremont.	»
1904	2 000	Études sur les tarifs Chamberlain.	Alfassa.	»
—	1 500	Études de rivetage.	Fremont.	»
—	1 000	Photographie chromatique.	Montpillard.	»
—	1 000	Gaz occlus dans les aciers.	Belloc.	»
—	2 000	Études sur les semences.	Schribaux.	»
—	600	Isolateurs en porcelaine.	Granger.	»
—	2 000	Constituants des aciers.	Guillet.	»
—	1 000	Constituants des aciers.	Goutal.	»
—	800	Culture de l'asperge.	Rousseau.	»
—	700	Assimilation de l'azote.	Bouillac et Gustiniana.	»

63 500

Un moyen d'action, non moins essentiel de notre Société est la publication de son *Bulletin*. C'est en effet la lecture de ce bulletin qui constitue, pour le plus grand nombre des membres de notre Société, le principal intérêt de nos travaux. Depuis longtemps cette question du *Bulletin* est une préoccupation incessante de vos Comités. Très lu au début, lorsqu'il constituait la seule publication industrielle française et pouvait faire connaître au public tout l'ensemble des progrès industriels, il a perdu de son intérêt depuis la création de nombreuses revues techniques plus spécialisées, contre lesquelles il ne peut songer à lutter. Peut-être cependant ne lui serait-il pas impossible, malgré son caractère encyclopédique, de rendre encore de sérieux services à l'Industrie. Avec la multiplicité des moyens d'action mis en œuvre aujourd'hui dans nos usines, il ne suffit pas au mécanicien d'être mécanicien, au métallurgiste d'être métallurgiste ou à l'électricien d'être électricien. Le mécanicien a besoin de connaître les propriétés, les procédés de fabrication des métaux qu'il emploie, c'est-à-dire la métallurgie; le métallurgiste a besoin de connaître l'électricité qui lui rend de si nombreux services pour le transport de la force et l'extraction des métaux; l'électricien a besoin de connaître les machines qui actionnent ses moteurs électriques. Mais l'existence d'un homme ne suffirait pas pour se tenir au courant des progrès industriels dans tous leurs détails. S'il doit le faire pour sa spécialité, il lui suffit par contre pour les industries connexes de se tenir au courant des faits les plus importants. Dans cet ordre d'idées rien ne peut être plus utile qu'une revue des grands progrès industriels, rédigée systématiquement de façon à ne laisser de côté aucun fait essentiel. C'est là un rôle qui convient parfaitement à notre *Bulletin*. Les efforts que son rédacteur, M. Richard, se propose de faire dans cette direction nous permettent de bien augurer de l'avenir.

Mais au point de vue des publications, notre rôle ne s'est pas borné là, nous avons efficacement contribué à la création de deux organes techniques qui manquaient dans notre pays. Une *Revue de Mécanique* complètement rédigée par notre agent général, M. Richard, dans les bureaux mêmes de la Société d'Encouragement, sous le contrôle d'un Comité composé des membres de votre Comité des Arts mécaniques. Plus récemment, par des subventions importantes, vous avez pris une part non moins directe à la création d'une *Revue de Métallurgie* qui permet aujourd'hui aux Ingénieurs français de se tenir au courant des progrès de leur industrie, sans s'adresser exclusivement à des journaux étrangers. Ce sont là des services

réels rendus à l'Industrie, que l'on n'a pas le droit de passer sous silence.

Il nous reste enfin un dernier moyen d'action, celui de nos séances publiques de quinzaine, dont la bonne organisation est certainement aujourd'hui le point le plus délicat à régler. Aussi longtemps que toutes les nouvelles inventions ont été soumises au contrôle de la Société d'Encouragement, nos séances étaient remplies et au delà par les rapports faits sur ces inventions et de nombreux industriels venaient y assister pour se tenir au courant du progrès. Depuis que nos avis et nos conseils sont moins souvent sollicités, ces séances ont perdu beaucoup de leur intérêt. Ici encore votre Conseil s'est préoccupé de ne pas rester en retard. Une première tentative très importante a été faite par un de nos présidents passés, M. Mascart, qui a organisé des conférences dont l'éclat est resté présent à la mémoire de tous les membres de notre Société. Aujourd'hui le nombre des conférences semblables s'est multiplié à Paris et le recrutement des conférenciers devient de plus en plus difficile; l'on peut du reste se demander si notre rôle est bien de faire œuvre de vulgarisation en nous contentant de faire connaître au public intelligent l'état actuel de l'Industrie, plutôt que de chercher à instruire les industriels eux-mêmes. Le bureau actuel a fait une tentative différente et a cherché à ramener les industriels dans la salle de vos séances. Il a voulu organiser sur des questions techniques des discussions semblables à celles qui donnent un si puissant intérêt aux réunions de certaines sociétés anglaises, comme l'Iron and Steel Institute, les Mechanical Engineers, les Civil Engineers. Ces réunions sont suivies non seulement par les ingénieurs anglais, mais encore par des ingénieurs étrangers qui passent le détroit pour aller s'y instruire. Il faut malheureusement avouer que les tentatives faites dans cette voie n'ont pas complètement réussi. Nous n'avons pas l'habitude de prendre aussi facilement la parole en public que la plupart de nos collègues étrangers et il n'est pas certain que l'on puisse arriver en persévérant dans cette voie à des résultats réellement utiles. Dans l'incertitude où nous sommes aujourd'hui sur cette question des séances, nous serions très reconnaissants aux membres de la Société qui peuvent avoir des opinions à ce sujet, de nous donner leurs conseils.

Je m'aperçois, en discutant toutes ces questions si importantes pour notre Société, que je me suis laissé aller à dépasser les limites accordées

à votre Président et j'ai retardé la lecture des rapports très intéressants que vous allez entendre sur quelques inventions des plus remarquables. Si nous ne pouvons revendiquer aucune part dans l'origine des travaux qui vous seront rappelés, nous sommes au moins très heureux de les sanctionner en accordant quelques-unes de nos plus hautes récompenses aux frères Lumière de Lyon qui ont créé l'industrie photographique française. à M. Arnaudin dont les transporteurs aériens peuvent être admirés dans un grand nombre de ports français et étrangers; à M. Héroult, le créateur de l'électro-métallurgie de l'aluminium et de l'acier; à M. Boulanger et à M. Guillet, l'un pour ses travaux sur le tannage des cuirs et l'autre sur les alliages métalliques dont vous pouvez voir sur les murs de si belles photographies et tant d'autres dont l'énumération serait trop longue.

MÉDAILLES

I. — LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS AUX ARTS INDUSTRIELS

N ^{os} d'ordre.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
MÉDAILLES D'OR			
	MM.	MM.	
1	BOULANGER.	LIVACHE.	Micrographie des cuirs (1).
2	GREY.	BACLÉ.	Laminier de Differdange (2).
3	GUILLET.	LE CHATELIER.	Travaux de métallurgie.
4	SCHWOERER.	BRÜLL.	Surchauffeur (3).
5	SOCIÉTÉ CHALEUR et LUMIÈRE.	VIOLLE.	Appareils de chauffage (4).
6	SYNDICAT DE LA BOULANGERIE DE PARIS.	LINET.	Travaux du service scientifique (5).
MÉDAILLES DE VERMEIL			
	MM.	MM.	
1	ARPIN.	LINET.	Secrétaire du Syndicat de la bou- langerie de Paris.
2	BARBILLON et GRIF- FISCH.	HILLAIRET.	Ouvrage sur la traction électrique (6).
3	BRUNHES.	HITIER.	Ouvrage sur les irrigations (7).
4	COLLIN et PERROT.	PRILLIEUX.	Ouvrage sur les tourteaux (8).
5	DETOURBE (D ^r).	SIMON.	Lunettes et masques d'ateliers.
6	FARCOT.	SAUVAGE.	Ventilateurs (9).
7	FAURE.	RISLER.	Ouvrage sur le drainage (10).
8	FERRY.	VIOLLE.	Pyromètre optique (11).
9	FROMHOLT.	BOURDON.	Fil hélicoïdal (12).
10	MÉLARD.	DAUBRÉE.	Ouvrage sur la disette des bois d'œuvre (13).
11	PLICQUE (D ^r).	HITIER.	La dépopulation descampagnes (14)
(1) Bulletin de décembre 1904. — (2) Bulletin de décembre 1903. — (3) Bulletin de mars 1904. — — (4) Bulletin de novembre 1904. — (5) Bulletin d'avril 1904. — (6) Bulletin de novembre 1904. — (7) Bulletin de février 1904. — (8) Bulletin d'avril 1904. — (9) Bulletin de janvier 1904. — (10) Bul- letin de mai 1904. — (11) Bulletin de novembre 1904. — (12) Bulletin d'avril 1904. — (13) Bulletin d'août 1904. — (14) Bulletin d'avril 1904.			

PRIX ET MÉDAILLES

DÉCERNÉS DANS LA SÉANCE GÉNÉRALE DU 23 DÉCEMBRE 1904

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL

Le marquis d'Argenteuil a légué à la Société d'Encouragement une somme de 40 000 francs pour la fondation d'un prix qui doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la *découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant aux prix des objets fabriqués.*

Ce prix est décerné en 1904, à MM. Auguste et Louis LUMIÈRE pour leurs découvertes en photographie.

PRIX FOURCADE

POUR LES OUVRIERS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES

Ce prix de 1 000 francs a été fondé par les exposants de la classe 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative de M. Fourcade et avec sa coopération, en faveur du simple ouvrier ayant le plus grand nombre d'années de service dans une même maison appartenant à l'une des industries représentées dans cette classe.

Le prix, pour 1904, est décerné à M. OSSELIN (Louis-Gaston), ouvrier depuis 50 ans à la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

GRANDES MÉDAILLES

La Société décerne chaque année, sur la proposition de l'un des six Comités du Conseil, une grande médaille en or portant l'effigie de l'un des plus grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française pendant le cours des six années précédentes.*

Deux de ces grandes médailles sont attribuées pour les années 1903 et 1904 : celle des *Arts chimiques* à M. HÉROULT pour ses *travaux d'électro-metallurgie*; celle des *Constructions et Beaux-Arts* à M. ARNODIN pour ses *ponts transbordeurs*.

N ^{os} D'ORDRE.	NOMS DES LAURÉATS.	NOMS DES RAPORTEURS nommés par les comités.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS qui ont motivé les médailles.
MÉDAILLES D'ARGENT			
	MM.	MM.	
1	ALFASSA (Maurice).	CHEYSSON.	Rapport Moseley.
2	BIRLÉ et DEFAU- CONPRET.	SAUVAGE.	Niveau d'eau (1).
3	COLOMER et LOR- DIER.	BÉRARD.	Ouvrage sur les combustibles in- dustriels (2).
4	COUPAN.	RINGELMANN.	Ouvrage sur les moteurs agricoles.
5	DELAFON.	VIOLLE.	Piles électriques (3).
6	LAGARD.	IMBS.	Ouvrage sur le moulinage de la soie (4).
7	MONTUPET.	SAUVAGE.	Chaudières (5).
MÉDAILLE DE BRONZE			
	M.	M.	
1	SUFFREN.	SIMON.	Dispositifs de sûreté (6).

(1) *Bulletin* de mai 1904. — (2) *Bulletin* de juillet 1904. — (3) *Bulletin* de mars 1904. —
(4) *Bulletin* de novembre 1903. — (5) *Bulletin* de novembre 1904. — (6) *Bulletin* de janvier 1904.

MÉDAILLE DUMAS 1904

M. POTERIE (Arthur), entré le 10 août 1856 comme apprenti fendeur d'ardoises à l'Ardoisière de Fresnais. Directeur depuis le 1^{er} juillet 1890 des Ateliers de tréfilerie-corderie mécanique de Saint-Léonard, dépendant de la Commission des Ardoisières d'Angers.

MÉDAILLES COMMÉMORATIVES

Le Conseil d'administration a décidé d'offrir à plusieurs personnes, qui ont bien voulu faire des communications intéressant la Société, des médailles commémoratives en argent, à titre de remerciement, pour marquer l'intérêt avec lequel elles ont été accueillies. Ces médailles sont remises à :

MM. HERSENT, séance du 27 novembre 1903. — *Le Port de Rosario et l'Argentine.*

CARDOT, séance du 29 janvier 1904. — *La ruine des montagnes, ses causes et ses effets.*

MAGNE, séance du 26 février 1904. — *La Céramique et l'Architecture.*

FUSTER, séance du 25 mars 1904. — *Progrès de l'organisation industrielle en Allemagne et le Syndicat des houilles.*

TOULON, séance du 29 avril 1904. — *Les progrès de la voie ferrée.*

MÉDAILLES

II. — LISTE DES CONTREMAITRES ET OUVRIERS AUXQUELS ONT ÉTÉ DÉCERNÉES DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT

N ^{os} D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
1	BAUBANT (Sévère-Victor)	40	Contremaitre chez <i>M. Charles Gérard et C^{ie}</i> , manufacture de limes, à Breuvannes (Haute-Marne).
2	BERTHEREAU (Joseph)	34	Jardinier chez <i>M^{me} West</i> , à Palaiseau (Seine-et-Oise).
3	DOULIÉRY (Fortuné)	34	Contremaitre chez <i>MM. L. Félix Fournier et C^{ie}</i> , stéariniers à Marseille.
4	DUHAMEL (Eugène-Théodore)	37	Contremaitre principal à la <i>C^{ie} des Chemins de fer de P.-L.-M.</i> , à Villeneuve-Saint-Georges.
5	FRUCHARD (Ulysse)	37	Sellier à la <i>C^{ie} générale des Omnibus</i> , à Paris.
6	GERVIE (Pierre-Alphonse)	37	Ajusteur à la <i>C^{ie} des Chemins de fer de P.-L.-M.</i> , à Avignon.
7	JANNOT (Édouard-Georges)	45	Chaudronnier en cuivre, chez <i>MM. Egrot et Grangé</i> , ingénieurs-constructeurs, à Paris.
8	MARCHAND (Claude)	60	Ouvrier à la <i>Houillère de Saint-Eloy, C^{ie} des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons</i> .
9	MONTUY (Auguste)	47	Ouvrier chez <i>MM. Blanzv, Poure et C^{ie}</i> , manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.
10	OSTYN (Charles)	37	Surveillant des fours aux établissements <i>Kuhlmann</i> , à Lille.
11	PINGUET (Léonard)	47	Ouvrier à l' <i>Usine de Saint-Jacques, C^{ie} de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons</i> , à Montluçon.
12	REPIQUET (Pierre)	35	Ouvrier tréfileur à l'affinage du <i>Comptoir Lyon-Alemand</i> , à Paris.
13	SAINT-LÉGER (Eugène-Louis)	39	Contremaitre à la <i>C^{ie} des Chemins de fer de l'Ouest</i> , à Sotteville.
14	SEILLIER (M ^{me} veuve Eugénie)	47	Ouvrière chez <i>MM. Blanzv, Poure et C^{ie}</i> , manufacturiers, à Boulogne-sur-Mer.

N ^{os} D'ORDRE.	NOMS ET PRÉNOMS.	ANNÉES DE SERVICE.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
15	TROPIN (Jean-Baptiste).	39	Surveillant à la glacerie de Cirey, <i>C^{ie} de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.</i>
16	ZIMMERMANN (Pierre-Désiré). . .	38	Ajusteur à la <i>C^{ie} des Chemins de fer de l'Est</i> , à Châlons.

Le Secrétaire de la Société,

ED. COLLIGNON,

Inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite.

DISTRIBUTION DES PRIX ET MÉDAILLES

DÉCERNÉS POUR LES INVENTIONS UTILES
ET LES PERFECTIONNEMENTS DANS LES ARTS INDUSTRIELS

Rapports des différents Comités.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL

RAPPORT présenté par **M. S. Pector**, membre du Conseil, SUR LES TITRES
DE **MM. Auguste et Louis Lumière**, au grand prix de 12 000 francs
du marquis d'Argenteuil.

MESSIEURS,

Le grand prix de 12 000 francs fondé par M. le marquis d'Argenteuil a été décerné à neuf reprises différentes depuis l'année 1846, époque à laquelle son fonctionnement sexennal a commencé ; vos comités ont été unanimes pour l'attribuer, en 1904, à MM. Auguste et Louis Lumière, les savants industriels lyonnais.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui avait déjà décerné ce prix à Poitevin en 1880 pour ses découvertes en photographie, et une autre de ses grandes récompenses à M. Lippmann pour son procédé de la photographie des couleurs, en 1895, sur les rapports de notre très estimé collègue M. Davanne, ne pouvait rester indifférente aux beaux travaux de MM. Lumière sur les diverses branches de la photographie.

Nombreux sont, en effet, les titres de ces Messieurs à l'une des récompenses les plus justement recherchées parmi celles dont dispose notre association.

Les énumérer tous serait difficile, car la nomenclature en est très étendue ; c'est pourquoi vous nous permettrez d'insister seulement sur les principaux.

Ceux-là suffisent, du reste, pour justifier amplement le choix de la Société.

Au point de vue industriel dont M. le marquis d'Argenteuil s'est préoccupé tout spécialement dans ses généreuses dispositions, il nous paraît utile de dresser ici un tableau très réduit, mais très éloquent, qui prouve dans quelle large mesure MM. Lumière ont suivi la voie indiquée par l'éminent donateur. Voici donc en peu de mots leurs moyens de production :

La surface des terrains de leurs usines, dont la fondation remonte à l'année 1883, est de 405 221 mètres carrés, et celle des constructions de 30 940 mètres carrés; 15 chaudières y développent 1 210 mètres carrés de surface de chauffe; les moteurs à vapeur et les turbines produisent une force de 917 chevaux; 156 moteurs électriques donnent 542 000 w. ; 3 machines à glace produisent 1 409 kilos par jour; le service de l'éclairage compte 3 147 lampes à incandescence et 25 lampes à arc.

Le personnel compte :

204 employés, ouvriers ou ouvrières, au mois, — ces dernières en grande majorité, — gagnant 34 665 fr. par mois, et 641 à la journée gagnant 43 220 fr. par mois. Au total : 845 employés ouvriers ou ouvrières gagnant 77 885 fr. par mois.

Ce personnel et le mobilier industriel ci-dessus décrit produisent les résultats suivants :

70 000 plaques de tous formats, par jour, c'est-à-dire 2 500 000 douzaines par an, ce qui représente une surface de verre recouverte d'émulsion sensible d'au moins 557 000 mètres carrés, soit presque 56 hectares.

Il se consomme par an pour 600 000 francs d'azotate d'argent, tant pour les plaques que pour les papiers que MM. Lumière ont ajoutés à leur fabrication en 1892. 12 machines spéciales travaillant 10 heures par jour, déroulant dans ce temps 7 000 mètres de papier, suffisent à peine à assurer la production qui atteint par an le chiffre de 2 200 kilomètres.

La fabrication des pellicules sensibles placée sous la direction de M. Planchon est quotidiennement de 140 mètres carrés, représentant la surface de 500 douzaines 13×18 ; — 50 douzaines environ de vitroses rigides sortent également par jour des ateliers où des machines fort ingénieuses, la plupart créées de toutes pièces par MM. Lumière, facilitent le travail des ouvriers.

De vastes laboratoires, des ateliers spéciaux aux différents corps de

métiers, complètent l'outillage industriel de l'usine, et forment un ensemble vraiment digne de fixer l'attention.

La liste des brevets d'invention pris par MM. Lumière s'élève à un total de 61 brevets; celle de leurs travaux personnels à 54 notes ou mémoires.

Si la liste des travaux personnels de ces Messieurs est très longue, celle des travaux qu'ils ont entrepris avec différents collaborateurs, sur un grand nombre de questions diverses, est également considérable.

Parmi ces collaborateurs, il est juste de signaler tout particulièrement M. Seyewetz, car il a signé avec MM. Lumière 50 notes sur les 74 écrites par eux en collaboration.

Les brevets et les travaux personnels de MM. Lumière embrassent quatre catégories bien distinctes, d'abord celle des produits chimiques, Ensuite celle de certaines questions spéciales.

Et celle des procédés.

Et enfin celle des instruments et appareils.

A. Produits chimiques.

Dans cette catégorie nous trouvons :

La préparation de nouvelles substances comme révélateurs, 1887.

Le paramidophénol, 1891;

Le gaïacol, 1892;

L'emploi du sulfite de soude anhydre;

L'utilisation de l'acétone comme succédané des alcalis, 1897;

L'action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des phototypes;

La préparation et les propriétés révélatrices de la métoquinone, etc.;

A côté de ces produits photographiques, MM. Lumière ont porté, à temps perdu, leur attention sur des substances ayant des applications à la thérapeutique, telles que l'hermophényl, la cryogénine, etc. Ils ont ainsi créé une branche de produits essentiellement français, alors que la fabrication des produits destinés à la médecine était restée jusqu'ici le monopole de l'étranger.

B. Questions spéciales.

MM. Lumière ont successivement abordé les questions suivantes :

Suppression des auréoles et du halo;

Synthèse des couleurs, leur reproduction d'après la méthode directe de M. Lippmann, 1893;

Ensuite par la méthode indirecte, 1895;
Et enfin par la méthode soumise à l'Académie des sciences en 1904, et basée sur l'emploi de grains de fécule différemment colorés;
Reproduction simultanée des mouvements et des sons, 1898;
Écrans à projection, 1902;
Phénomènes d'inversion des images photographiques;
Orthochromatisme;
Argenture des glaces à froid;
Rayons Roentgen, 1896;
Application de la photographie à la mesure des indices de réfraction, 1897;
Influence de l'ouverture des objectifs sur la précision des images photographiques;
Le voile dichroïque;
Influence de la nature des révélateurs sur la grosseur du grain de l'argent réduit, 1904, etc.

C. Procédés.

Cette catégorie comprend :
Le développement par diverses substances de la série aromatique;
L'application des sels manganiques, des sels cériques, des sels cobaltiques et des sels vanadiques à la photographie;
Les affaiblisseurs et les renforçateurs de l'image photographique aux sels d'argent;
Les éliminateurs de l'hyposulfite;
Un procédé de tirage des microphotographies destinées à la projection, 1890;
Un nouveau procédé de zincographie, 1891;
Un procédé de photozincographie, 1892;
Le développement en liqueur acide, 1893;
Les virages aux thionates de plomb, 1902;
Le développement en pleine lumière, 1903.

D. Instruments et appareils.

En tête de cette catégorie, nous devons inscrire une chambre noire à succession mécanique de glaces sur obturateur instantané;
Un appareil dit le Kinora;

Le stéréotrope et l'héliorama.

Mais l'instrument qui a le plus contribué à rendre populaire le nom des frères Lumière, c'est le cinématographe, tel qu'ils l'ont établi, c'est-à-dire apte à fonctionner d'une manière absolument pratique et à l'entière satisfaction de ceux qui l'emploient, alors que des essais antérieurs tentés par d'autres chercheurs étaient restés à l'état théorique.

Le premier essai public de cet appareil si ingénieux est pour nous un souvenir personnel : c'était le 11 juin 1895, les membres de l'*Union nationale des Sociétés photographiques de France* étaient réunis à Lyon pour leur quatrième session. Une excursion sur la Saône avait été organisée ; arrivé à Neuville, but de la promenade, le bateau stoppe. MM. Lumière en sortent avec leur appareil en priant tous les congressistes d'attendre pour descendre que ledit appareil soit installé sur la berge. A un signal donné, tous les passagers se mettent en branle, et défilent un à un sur l'étroite passerelle qui relie le bateau à la terre ferme. Ils avaient à leur tête leur illustre président, M. Janssen ; l'appareil enregistra fidèlement ce défilé d'un nouveau genre et le lendemain soir, à Lyon, le défilé se renouvela sur un large écran aux applaudissements unanimes d'une salle enthousiaste.

Cette scène a été montrée à Paris peu de temps après, au milieu d'autres vues qui ont vivement attiré l'attention publique, telles que la sortie des ateliers Lumière, l'arrêt d'un train express dans une gare de chemin de fer de Paris à la Méditerranée, la lutte contre l'incendie, le déjeuner du bébé, etc.

On sait avec quel succès cet appareil vraiment merveilleux a fonctionné dans une des séances de notre Société, puis dans une salle du boulevard des Capucines, à Paris, et depuis dans nombre de villes et même de fêtes foraines tant en France qu'à l'Étranger.

Cet immense succès s'explique aisément, car c'est le mouvement, le vrai mouvement que cet appareil enregistre et reproduit, alors que les arts graphiques et plastiques les plus perfectionnés ne fixent qu'une attitude donnée qui reste immuable,

Le Photorama qu'il nous a été donné de voir à Paris en 1901, dans un local édifié exprès pour le recevoir, permettait de voir, sur un écran circulaire disposé comme la toile d'un panorama ordinaire, de magnifiques vues de villes et de sites célèbres.

Le mécanisme en était des plus ingénieux, mais exigeait une installation coûteuse qui a évidemment nui à sa vulgarisation.

MESSIEURS,

L'énumération des principales découvertes de MM. Auguste et Louis Lumière vous a montré la somme énorme de travail à laquelle ils ont dû se livrer pour arriver à des résultats aussi remarquables, dans un espace de temps relativement assez court, car ils sont nés à Besançon : l'aîné M. Auguste le 19 octobre 1862, le cadet, M. Louis, le 5 octobre 1864. Il faut dire à la louange de leur père, M. Antoine Lumière, qu'il leur avait fait donner une instruction solide, qu'ils ont su perfectionner par une application assidue au travail.

Comme ils sont encore dans la force de l'âge, nous ne doutons pas, d'après leurs travaux antérieurs qui sont un sûr garant de l'avenir, que leur esprit chercheur ne nous réserve de nouvelles et importantes découvertes. S'il est permis à un amateur passionné de photographie de formuler un vœu en terminant ce trop long rapport, c'est que MM. Lumière s'attachent avec la persévérance qui les caractérise à trouver le complément indispensable de la belle découverte de M. Gabriel Lippmann, en nous donnant les moyens de tirer directement un nombre infini d'épreuves en couleur d'un cliché obtenu dans les conditions nécessaires pour arriver à ce résultat si désiré, et si vainement attendu jusqu'à ce jour.

Ils couronneront ainsi la série de leurs beaux travaux par une découverte qui leur assurera une gloire bien méritée; nous avons le ferme espoir que notre vœu sera réalisé, car c'est à MM. Lumière qu'on peut appliquer, plus qu'à tout autre, la célèbre devise latine :

Labor improbus omnia vincit.

Signé : S. PECTOR, rapporteur.

ARTS CHIMIQUES

GRANDE MÉDAILLE LAVOISIER

RAPPORT présenté au nom du *Comité des Arts chimiques*, « POUR L'ATTRIBUTION A **M. Hérault**, DE LA GRANDE MÉDAILLE LAVOISIER, » par **M. Baclé**, membre du Conseil.

Le Comité des Arts chimiques a mission cette année de vous soumettre ses propositions pour l'attribution de l'une des plus hautes récompenses que vous ayez à décerner : celle de la médaille Lavoisier, laquelle est réservée, d'après votre règlement, aux auteurs français ou étrangers dont les travaux ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'Industrie française. En vous demandant de vouloir bien ratifier son choix, j'ai l'honneur de vous présenter, en son nom, le rapport exposant les titres de M. Paul Hérault, le lauréat qu'il a désigné.

La métallurgie du fer et de l'acier a subi au cours de ces trente dernières années des modifications profondes qui ont eu leur répercussion marquée sur l'industrie tout entière, et, déjà à plusieurs reprises, nous avons eu l'occasion de signaler à votre attention les noms des principaux artisans auxquels nous devons les progrès ainsi réalisés.

C'est ainsi qu'en 1897, pour l'attribution de cette même médaille Lavoisier, notre Comité désignait à votre choix le nom de M. Osmond dont les belles recherches ont ouvert à la métallurgie de l'acier une voie nouvelle, en lui permettant en même temps de scruter la constitution intime du métal qu'elle élabore.

Aujourd'hui, l'électricité entre en scène, elle paraît appelée à provoquer dans la métallurgie générale des transformations plus profondes encore. Par l'emploi des courants de grandes intensités, elle permet désormais d'obtenir des températures restées irréalisables auparavant, et grâce auxquelles elle peut maintenant préparer l'aluminium, par exemple, dans des conditions particulièrement économiques; obtenir même des alliages

inconnus jusque-là, et aborder à son tour, pour la modifier encore, la fabrication de l'acier.

C'est donc bien une métallurgie nouvelle qui fait son apparition dans l'industrie. M. Héroult a joué un rôle particulièrement important parmi ceux qui l'ont créée, et son nom se trouvait ainsi immédiatement désigné pour la symboliser : le premier, en effet, il a réussi à préparer l'aluminium par la voie électrique ; il a créé un type de four, universellement adopté aujourd'hui, pour l'application des courants électriques, il a réalisé enfin la préparation d'un grand nombre de produits nouveaux, ainsi que celle d'alliages métalliques exempts de carbone ; et il aborde aujourd'hui la métallurgie du fer en préparant les aciers doux épurés.

M. Héroult (Paul-Louis-Toussaint), né à Thury-Harcourt (Calvados) le 10 avril 1863, fit ses études classiques en se préparant aux grandes écoles techniques, et il suivit même les cours de l'école préparatoire à l'École supérieure des Mines ; mais des événements de famille l'empêchèrent de poursuivre ses études. L'état précaire de la santé de son père l'obligea, à son retour du volontariat en 1884, à entrer directement dans l'industrie, sans avoir pu conquérir le diplôme de l'école ; il poursuivit alors avec une énergie nouvelle les études qu'il avait commencées déjà pour la préparation électrique de l'aluminium, et après de nombreuses tentatives infructueuses, sur lesquelles nous ne pouvons pas insister ici, il reconnut d'abord l'impossibilité d'obtenir ce métal par précipitation dans une solution aqueuse, et il arriva graduellement à l'idée de l'électrolyse par fusion ignée.

1° Aluminium pur et Alliages.

M. Héroult fit breveter en 1886 le procédé de préparation de l'aluminium par voie électrolytique, qui devait transformer complètement la métallurgie de ce métal.

Alors, en effet, celui-ci se fabriquait exclusivement, comme on sait, par le procédé dû à Sainte-Claire Deville, lequel comportait essentiellement l'emploi du sodium métallique appliqué à la réduction du chlorure double d'aluminium et de sodium ; mais c'était là, du reste, un procédé évidemment fort coûteux, puisqu'il exigeait la préparation préalable de deux produits d'obtention fort difficile, comme le sodium et le chlorure double. Aussi, la fabrication industrielle de l'aluminium restait-elle fort limitée, et le prix de ce métal dépassait 100 francs le kilog.

Au moment où M. Héroult entreprit ses recherches, les connaissances que nous possédions sur l'électrolyse ignée étaient encore bien rudimentaires, et tout était à créer.

Il fallait, en effet, découvrir l'électrolyte convenable, trouver en même temps le moyen de le régénérer d'une façon continue, maintenant la conductibilité constante, et déterminer à cet effet la nature de l'anode, en donnant au courant les caractéristiques les plus convenables, etc.

Ajoutons encore que les composés halogènes de l'aluminium ne sont pas conducteurs de l'électricité quand ils sont purs, et c'est là, du reste, la difficulté devant laquelle s'arrêtèrent les premiers expérimentateurs, comme Bunsen et Sainte-Claire Deville.

Une observation particulièrement sagace mit M. Héroult sur la voie de la solution cherchée.

Opérant sur un bain de cryolithe fondue, il remarqua que le courant passait bien, et que l'anode en charbon se trouvait attaquée lorsque la cryolithe était impure ; il en conclut immédiatement qu'il se produisait dans le bain une décomposition interne donnant un dégagement d'oxygène, et il se trouva amené ainsi à ajouter de l'alumine dans le bain.

Il eut la satisfaction de voir qu'elle s'y dissolvait facilement en donnant en outre au bain une conductibilité qu'il n'avait pas. Dès lors, il disposait d'un électrolyte permettant d'obtenir directement des culots d'aluminium fondu, et le brevet du 23 avril 1886 revendique effectivement l'électrolyse de l'alumine dissoute dans la cryolithe en fusion. Un second brevet, en date du 15 avril 1887, vint compléter celui-ci en appliquant la même méthode d'électrolyse à la préparation des alliages d'aluminium. Ces deux brevets contiennent la substance du procédé encore universellement appliqué aujourd'hui à la préparation de l'aluminium et de ses alliages, et les seuls perfectionnements dont il a été l'objet, depuis lors, portent sur des questions de détail et sur les tours de main que révèle la pratique journalière.

En réduisant le prix de ce métal dans des proportions inespérées, le procédé Héroult a donné à cette industrie le développement merveilleux auquel nous assistons aujourd'hui.

Nous voyons, en effet, qu'en 1890 le prix de l'aluminium-métal, préparé dans les usines de Neuhausen, d'après les procédés de M. Héroult, était déjà ramené à 35 francs le kilog., mais il subit presque aussitôt des réductions rapides et importantes.

En 1892, il était abaissé à 6 francs le kil., en 1897 à 3 fr. 10, en 1901 à 2 fr. 50, et la production présentait de son côté un développement plus rapide encore.

En 1892, elle atteignait en effet, d'après les statistiques, 487 030 kilos, dont 237 395 pour les usines établies en Suisse et 75 000 pour la France. En 1902, cette production était déjà 18 fois plus forte, car elle atteignait, en effet, 8 112 000 kilos, dont 2 500 000 pour la Suisse et 1 700 000 pour la France.

En tenant compte des industries annexes qui se rattachent à la métallurgie de l'aluminium, comme celles qui ont pour but la préparation de l'alumine, des électrodes en charbon, etc. On peut dire qu'aujourd'hui l'élaboration de ce métal n'occupe pas moins de 5 000 à 6 000 ouvriers, et l'outillage dont les producteurs disposent actuellement leur permettrait, sans difficulté, de doubler et même de tripler rapidement la fabrication totale, s'il était nécessaire.

2° Four électrique.

En même temps qu'il créait ainsi le procédé de préparation de l'aluminium par l'électrolyse, M. Héroult réalisait en outre l'appareil qui devait devenir l'engin essentiel de la métallurgie électrique et qui devait servir, non seulement à la préparation de l'aluminium, mais même aussi à l'obtention de la plupart des alliages par voie d'électrolyse ignée.

Le four breveté le 8 décembre 1887, et qui est connu aujourd'hui sous le nom de four de Froges, ou four d'Héroult, peut être considéré, nous dit M. Minet, comme le premier four électrique véritablement industriel ; il présente, en effet, une installation particulièrement robuste, avec des dispositions heureuses, qui en font un véritable appareil métallurgique, capable de supporter, sans interruption, des campagnes de plusieurs semaines.

En principe, ce four comporte une forte caisse métallique dont les parois intérieures sont revêtues de charbons agglomérés servant de cathode et qui est pourvue, en outre, d'un trou de coulée destiné à permettre un travail continu, comme dans le cas du cubilot.

L'électrode positive est formée d'une grosse tige de charbon de 30 à 40 centimètres de diamètre, elle est suspendue à une potence, par l'intermédiaire d'une pince à serrage appropriée, assurant le contact pour

l'arrivée du courant. Cette électrode est mobile, et, sous l'action d'un mécanisme spécial qu'on peut même rendre automatique, elle peut s'abaisser ou se relever à volonté, de façon à permettre le réglage de l'arc obtenu, suivant la résistance que présente le bain au passage du courant.

Ajoutons, du reste, que l'appareil peut fonctionner également bien avec des courants alternatifs, comme avec des courants continus.

Les dispositions de ce four sont, ainsi que nous le disions, l'aboutissement de longues expériences poursuivies toujours avec le souci exclusif des besoins de la pratique ; aussi, ce four a-t-il pu être appliqué, sans modifications essentielles, dans les Usines de Froges et de la Praz, à la préparation par voie électrique d'un grand nombre d'alliages métalliques : tels sont par exemple, le bronze d'aluminium, le ferro-aluminium, le corindon artificiel, le carbure de calcium, le ferro-chrome, le ferro-silicium, le ferro-tungstène, etc. On peut dire, en un mot, que cet appareil convient particulièrement bien pour opérer la réduction et la fusion des minerais réfractaires.

3° *Métaux doux.*

Dans les débuts de la fabrication des alliages métalliques au four électrique, on obtenait toujours des produits tenant une proportion élevée de carbone due à la présence même des électrodes, et comme c'était là ensuite une difficulté pour l'application de la plupart de ces alliages dans la métallurgie, il était d'autant plus intéressant de trouver le moyen de se mettre à l'abri de cette influence des électrodes, et de réussir à préparer également par la voie électrique des métaux à faible teneur en carbure, dits métaux doux.

Sur les indications de M. Ch. Combes, M. Héroult s'attacha à l'étude de cette question, et dès 1899, il créa un type de four particulièrement bien approprié à cette fabrication.

Ce four est constitué avec des matières réfractaires, non conductrices, restant par conséquent en dehors de l'action du courant ; celui-ci est amené par deux électrodes en charbon suspendues au-dessus du bain métallique en fusion, de façon à éviter tout contact direct. Les électrodes affleurent seulement, en effet, la surface du bain de laitier surnageant au-dessus de celui des alliages ; le courant qui fournit la température nécessaire pour maintenir le métal en fusion est transmis par l'intermédiaire des laitiers fondus. Toutefois, les électrodes ne peuvent pas être attaquées

par le bain ; sous l'influence de la tension élevée du courant, l'arc jaillit en effet au bas de l'électrode en traversant le laitier, de façon à éviter tout contact. On peut vérifier à chaque instant l'existence des deux arcs au moyen de deux voltmètres placés en dérivation entre la cuve et les électrodes. On peut aussi commander le mouvement de descente des électrodes au moyen de régulateurs appropriés. Chacun de ces voltmètres commande l'électrode correspondante, et permet ainsi de maintenir, toujours constante, la tension de régime. Grâce à cette disposition qui fait l'objet du brevet du 19 mars 1900, on réussit à écarter complètement toute influence des électrodes sur la composition du bain. D'autre part, en dosant exactement le carbone de réduction provenant des matières employées, on peut fixer à volonté la teneur résultante, et obtenir, par exemple, des ferrochrome ne renfermant pas plus de 1 à 4 p. 100 de carbone, et qui, à ce titre, sont principalement appréciés dans la métallurgie. On pourrait même descendre encore à des teneurs plus basses en ajoutant de l'oxyde de chrome pour assurer l'affinage.

Les recherches bibliographiques ultérieures ont montré, il est vrai, que cette disposition des électrodes dans le four n'est pas absolument nouvelle ; cependant l'application qui en a été faite par M. Héroult conserve tout son caractère de nouveauté.

4° Fonte et acier.

Disposant ainsi d'une méthode de préparation des alliages en métal doux, non saturés de carbone, M. Héroult essaya, à son tour, d'aborder la fabrication de la fonte et de l'acier, et il poursuivit à ce sujet de nombreuses expériences dont la Compagnie de Froges n'hésita pas à supporter les dépenses, si bien que les procédés de métallurgie électrique du fer, auxquels ses recherches vinrent aboutir, sont généralement aussi désignés aujourd'hui sous les noms de Froges et de M. Héroult, pour rappeler ainsi la part qui revient aux deux collaborateurs, dans les résultats obtenus.

M. Héroult se proposa d'abord de tirer un parti plus complet de la combustion du carbone servant à la réduction des minerais, dans la préparation de la fonte, et il s'attacha à cet effet à transformer complètement tout le combustible en acide carbonique, en utilisant dans l'appareil lui-même les hautes températures ainsi obtenues, de façon que le courant électrique n'ait à fournir qu'un simple appoint.

Cette idée ingénieuse est réalisée dans le four économiseur faisant l'objet du brevet du 13 novembre 1900, lequel est disposé de façon que les matières à traiter soient échauffées par les chaleurs perdues, elles se trouvent ainsi déjà portées à une haute température, au moment où elles viennent se mélanger avec le charbon réducteur, en pénétrant dans le creuset électrique, où s'effectue la réaction.

Ce creuset est d'ailleurs percé de deux trous de coulée différents, servant l'un à l'écoulement des laitiers, et l'autre à celui de la fonte produite, ce qui permet ainsi d'assurer la continuité du travail.

Dans un autre dispositif faisant l'objet du brevet du 12 février 1902, M. Héroult fait tomber le coke employé dans une colonne verticale disposée directement au-dessus du creuset, tandis que les matières à traiter sont amenées par une trémie latérale, où elles sont échauffées par le gaz de combustion, et il utilise la colonne de coke elle-même, pour en faire l'une des deux électrodes d'amenée du courant, l'autre étant toujours formée par la cuve en charbon du creuset; il constitue ainsi ce qu'il appelle le four électrique à électrodes coulantes, permettant effectivement de réduire beaucoup la dépense des électrodes habituelles.

Pour l'affinage de la fonte, M. Héroult a imaginé, d'autre part, un four oscillant spécial, faisant l'objet de son brevet du 1^{er} février 1901, lequel reproduit, en principe, les traits caractéristiques de la cornue Bessemer, et peut servir, d'ailleurs, pour la mise en application de ce procédé de préparation de l'acier, même avec des fontes de toute nature.

Lorsqu'on opère, en effet, sur des fontes quelconques, ne renfermant ni phosphore, ni silicium, la chaleur nécessaire à la réaction est fournie par le courant électrique arrivant par deux électrodes verticales, en charbon, disposées dans des conditions analogues à celles que nous avons indiquées précédemment. Ces électrodes sont suspendues à une double potence à laquelle elles sont rattachées par des colliers de serrage appropriés. Elles peuvent d'ailleurs se déplacer verticalement, suivant les besoins, de façon à se trouver complètement dégagées au moment où la cuve est basculée pour la coulée du métal.

Ce four peut recevoir, d'ailleurs, les applications les plus variées, il permet, en effet, d'affiner et d'épurer la fonte, et même de recarburer le métal, car il est possible de modifier, suivant les besoins, la composition de l'atmosphère du bain métallique, en la rendant, à volonté, oxydante ou réductrice.

Dans de pareilles conditions, il devient possible d'obtenir des aciers dont la teneur en carbone soit fixée rigoureusement à l'avance. M. Héroult a même imaginé, à cet effet, de constituer de toutes pièces un carbure de fer physique ou artificiel, à teneur élevée en carbone, dénommé par lui *carburite*, qu'il incorpore dans le bain, suivant des proportions déterminées à l'avance. Ce produit présente d'ailleurs une densité suffisante, pour traverser la couche de laitier, lorsqu'il est projeté dans le bain métallique, et il entre ainsi en contact avec le métal fondu qui le dissout intégralement.

D'après la description donnée au brevet du 23 avril 1902, on prépare la carburite en mélangeant, à parties égales, des limailles ou copeaux de fer, fonte ou acier, avec du charbon de pureté convenable; et ajoutant, s'il est nécessaire, la quantité voulue d'un agglomérant approprié, comme le brai par exemple. Le tout est pressé et bien cuit, de façon à former des blocs bien denses et solides, pouvant être chauffés avant l'introduction dans le bain, et traverser la couche de laitier sans se briser.

Poursuivant enfin ses études sur la préparation électrique de l'acier, M. Héroult est arrivé à constituer une méthode de traitement, particulièrement intéressante, en ce qu'elle peut s'appliquer aux fontes courantes, tenant des proportions élevées de soufre et de phosphore, et les épurer d'une façon complète, de manière à en tirer des aciers fins, pouvant rivaliser avec ceux qu'on obtient au creuset.

Cette méthode nouvelle qui est appelée à un grand avenir, si elle donne effectivement, au point de vue économique, les résultats revendiqués, consiste essentiellement à scinder en deux parties bien distinctes les opérations diverses que comportent l'affinage de la fonte et la transformation en acier.

Les premières opérations qui sont toutes par réactions oxydantes sont effectuées dans un four métallurgique habituel chauffé dans les conditions ordinaires, sans l'intervention du courant; mais l'opération finale qui a pour but de ramener au point le métal suroxydé, provenant du traitement antérieur, est seule effectuée au four électrique, ce qui ramène ainsi au strict minimum la dépense correspondante.

Si on opère par exemple au Bessemer basique, ou même au four à sole pour le traitement des fontes phosphoreuses, on s'attache intentionnellement à pousser dans cet appareil l'oxydation à un degré beaucoup plus avancé qu'on ne le fait dans le traitement ordinaire, de façon à pouvoir éliminer toutes les impuretés contenues dans la fonte traitée, et on obtient

ainsi, effectivement, un métal dont la teneur, en matières étrangères, peut être réduite à de simples traces. Au sortir du four, le métal liquide est versé dans le creuset électrique, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une poche, et il y subit la dernière partie du traitement, résultant de la désoxydation dans une atmosphère réductrice, avec l'addition des corps étrangers qu'il peut être utile d'y incorporer, tels que manganèse, silicium, nickel, tungstène, vanadium, molybdène, aluminium, etc.

En même temps, le courant électrique entretient dans le creuset la température nécessaire pour maintenir le métal en fusion, et permettre de le couler dans des conditions satisfaisantes.

Finalement, on obtient ainsi un métal tout à fait exempt d'impuretés, comme nous le disions plus haut, et, en fait, la teneur en phosphore se trouve ainsi ramenée à des valeurs comprises entre 5 et 15 cent-millièmes, tandis que le traitement habituel des fontes phosphoreuses ne permet généralement pas de descendre au-dessous de 5 à 3 dix-millièmes.

Il en est de même pour la teneur en soufre qui s'abaisse aussi à 1 ou 2 cent-millièmes.

Quant à la teneur en carbone, elle peut être fixée à volonté, et même précisée à l'avance, comme nous le disions plus haut.

Le métal ainsi obtenu présente d'ailleurs des propriétés mécaniques particulièrement remarquables, permettant de le rapprocher des aciers fins de bonne qualité. Nous reproduisons du reste, dans le tableau ci-contre, les résultats obtenus dans une série d'essais à la traction effectués aux forges de Couzon, sur des éprouvettes détachées d'un lingot ainsi préparé, lesquelles ont été ensuite trempées et recuites, dans les conditions de température indiquées au tableau ci-contre.

On reconnaîtra, en l'examinant, que les différentes caractéristiques de l'essai à la traction ont présenté des valeurs particulièrement remarquables, suivant les cas considérés.

La limite élastique a varié, en effet, de 46 à 100 kilos pendant que la charge de rupture variait parallèlement de 66^{kil.},8 à 118 kilos, et l'allongement mesuré sur 100 millimètres qui était de 15 p. 100 dans le premier cas, atteignait encore 8 p. 100 dans le dernier.

Quant à la striction représentée par l'expression $\frac{s. - s'}{s}$ elle a présenté les valeurs respectives de 0,31 et 0,34 dans les deux cas considérés.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES ÉTABLISSEMENTS ARBEL

*Forges de Couzon.*ESSAIS FAITS SUR LE LINGOT N° 255 FOURNI PAR LA SOCIÉTÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE
A LA PRAZ

RÉSULTATS OBTENUS.											
DÉSIGNATION DE LA PRISE D'ESSAI.	DIMENSION de l'éprouvette avant rupture.	SECTION avant rupture.	SECTION après rupture.	LIMITÉ ELASTIQUE.	CHARGE de rupture.		LONGUEUR de la partie considérée.	Allongement p. 100		S. S. SECTION	OBSERVATIONS. CASSURE.
					totale.	par mm ² .		sur 100	sur 200		
				kil.	kil.	kil.					
1, éprouvette recuite à 900°	13,8	149,6		46	10 000	66,8	100	15		0,31	
2, éprouvettes trempées à 900° à l'eau froide et recuites à 700°	13,8	149,6		83	14 100	94,5	"	8,5		0,345	B.
2, éprouvettes trempées à 900° à l'eau froide et recuites à 700°	13,8	149,6		77	13 500	90	"	9		0,415	Ab.
3, éprouvettes trempées à 900° à l'eau froide et recuites à 650°	13,8	149,6		87	13 600	91	"	10		0,43	Ab avec fraise.
3, éprouvettes trempées à 900° à l'eau froide et recuites à 650°	13,8	149,6		75	12 400	83	"	11		0,43	Ab avec fraise.
4, éprouvettes trempées à 900° dans l'eau à 65° et ensuite à 500°	13,85	150,5		109	16 800	111	"	9,5		0,31	Ab. "
4, éprouvettes trempées à 900° dans l'eau à 65° et recuites à 500°	13,8	149,6		100	17 600	118	"	8		0,30	Ab. "

Couzon, le 5 mai 1903.

L'Ingénieur,
Signé : VALLUY.

Il y a là, comme on le voit par ce rapide exposé, des faits particulièrement intéressants, montrant que dans l'avenir l'emploi du courant électrique peut exercer son influence marquée dans la métallurgie du fer elle-même, comme il le fait déjà pour un grand nombre d'autres métaux, et, dès lors, il n'est pas étonnant que l'importance des résultats déjà obtenus, aussi bien que celle des progrès qu'il est possible d'entrevoir encore, ait attiré, même à l'étranger, l'attention des Sociétés techniques, sur le nom

de M. Héroult qui en a été le principal artisan, et il a reçu effectivement, il y a deux ans environ, de l'Université d'Aix-la-Chapelle, le titre de Docteur ingénieur, *honoris causa*, de la section d'électro-métallurgie.

Il appartenait par conséquent à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de constater, à son tour, l'intérêt des travaux de notre compatriote, en lui décernant la médaille que votre Comité des Arts chimiques propose de lui attribuer, et nous ne doutons pas que votre décision ne soit accueillie avec faveur par tous les métallurgistes, car ils savent comme nous la grande influence que les travaux de notre lauréat ont exercée et exerceront encore sur les progrès et le développement de leur industrie.

Signé : L. BACLÉ, rapporteur.

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

GRANDE MÉDAILLE JEAN GOUJON

RAPPORT PRÉSENTÉ au nom du *Comité des Constructions et Beaux-Arts* sur les titres de **M. Arnodin** A LA GRANDE MÉDAILLE DE JEAN GOUJON, par **M. Réral**, membre du Conseil.

M. Arnodin (Ferdinand-Joseph), ingénieur-constructeur à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), est né le 14 octobre 1843 à Sainte-Foy-les-Lyon (Rhône). Son père, chef de chantier de la maison Seguin, spécialisée dans la construction des ponts suspendus, lui fit faire ses premières études à l'école communale de Châteauneuf-sur-Loire et à l'école professionnelle d'Orléans, puis le plaça comme ouvrier dans différents ateliers de Paris, où il pratiqua successivement les métiers de charpentier, tailleur de pierre, forgeron et ajusteur.

Pendant la journée, le « compagnon » Arnodin travaillait de ses mains pour apprendre le maniement des outils et pour gagner son pain. Le soir, il se rendait aux cours du Conservatoire des Arts et Métiers; après quoi, il consacrait une partie de la nuit à développer par l'étude son instruction technique.

En 1867, la Société générale des Ponts à péage (ancienne maison de construction Seguin) confiait à M. Arnodin les fonctions d'Inspecteur des nombreux ponts suspendus qu'elle possédait.

Ce type de pont était alors tombé dans le plus profond discrédit, à la suite de nombreux accidents dont quelques-uns avaient eu des conséquences tragiques ou désastreuses : chutes des ponts d'Angers, de Nantes, de la Roche-Bernard, etc. Il n'était plus question d'en construire de nouveaux, mais il fallait bien entretenir ceux existants, que l'on surveillait de près pour prévenir de nouvelles catastrophes.

En 1868, le pont d'Ancenis-sur-Loire inspirait de graves inquiétudes à la Société concessionnaire. La solidité de ses amarrages, corrodés par la rouille, apparaissait comme très douteuse. Toutefois on hésitait devant

l'obligation coûteuse de démolir l'ouvrage pour remplacer les câbles avariés.

Après de laborieuses études et des expériences préliminaires, le jeune inspecteur s'engagea à renouveler les amarrages sans interrompre la circulation, et à l'insu même du public, suffisamment prévenu contre les ponts de ce genre, et qu'il était préférable de ne pas troubler dans sa quiétude. La Société eut confiance en son agent, dont elle avait déjà apprécié la sûreté de coup d'œil, le sens pratique et l'habileté professionnelle.

Cette tentative hardie eut un plein succès, et dès lors la réputation de M. Arnodin fut établie en France. Dès qu'un pont suspendu venait à périlcliter, on faisait appel à M. Arnodin, dont les conseils étaient toujours suivis ; le plus souvent on lui confiait le travail de réparation de l'ouvrage.

Pendant une période de trente-six années, ce constructeur a sauvé de la ruine plus de quatre-vingts ponts suspendus dont l'existence était menacée. La majeure partie de sa carrière a été consacrée à cette besogne laborieuse, qui l'obligeait, dans chaque cas particulier, à imaginer des moyens d'exécution appropriés à l'ouvrage qu'il s'agissait de consolider. A force de démonter et de réparer les œuvres de ses devanciers, M. Arnodin put reconnaître tous leurs vices de conformation, et rechercher des règles techniques pour en préserver les ouvrages neufs.

L'impopularité croissante des ponts suspendus ne permettait guère, il y a trente-cinq ans, de supposer que ce type reviendrait jamais en faveur. Mais, à la suite des ruines causées par la guerre de 1870, la nécessité de rétablir les communications sans dépenses excessives mit fin à cette mesure d'ostracisme. M. Arnodin put appliquer ses idées, et démontrer de façon palpable que les défauts reprochés non sans raison aux ponts suspendus n'étaient pas inhérents à leur type et pouvaient être évités ou corrigés.

Il posa en principe que dans un ouvrage bien conçu et bien exécuté, un élément quelconque, câble de suspension, d'ancrage ou de contreventement, boulon, tige de suspension, etc., devait pouvoir être démonté et retiré, puis visité, et, si on en reconnaissait la nécessité, réparé ou remplacé, sans avoir à toucher aux autres pièces de l'ossature, et sans même interrompre la circulation sur le tablier. Ce mode de construction procurait des avantages considérables : il devenait possible, sans forte dépense et sans gêne aucune pour le public, de vérifier, chaque fois qu'on le jugeait bon, l'état de tous les éléments constitutifs d'un pont, puis de retirer ceux dont la conservation ou dont la résistance pouvait inspirer des doutes. D'où une sécurité absolue, et la possibilité de faire durer indéfiniment une

construction, dont on sait rajeunir toutes les parties dès qu'elles atteignent un âge critique.

Ce principe « de l'amovibilité des ponts », proclamé par M. Arnodin, fut pratiquement réalisé par lui. Aujourd'hui il n'est plus discuté. En France, les instructions des ministères des Travaux publics et de l'Intérieur imposent aux constructeurs de ponts l'observation des règles énoncées par M. Arnodin.

En second lieu, ce constructeur reconnut les inconvénients très sérieux du mode de fabrication des câbles « à fils parallèles », dont l'usage était universel avant 1875, aussi bien en Europe qu'en Amérique (pont de Brooklyn, à New-York), et préconisa l'emploi des câbles tordus, à couronnes concentriques alternativement dextrogyres et sinistrogyres. Le câble du type Arnodin a fait ses preuves au point de vue de sa régularité de fabrication, de sa résistance toujours assurée, et de sa défense contre l'action de la rouille. Les constructeurs ont unanimement abandonné le câble à fils parallèles, et emploient exclusivement le câble à double torsion alternée.

En outre M. Arnodin a apporté à la construction des ponts suspendus de nombreux perfectionnements, basés sur des principes déjà connus, mais dont les constructeurs français ne s'étaient pas encore inspirés. C'est ainsi qu'il a emprunté aux ingénieurs américains la poutre raidissante ou de rigidité. Soixante ponts ont été munis de poutres raidissantes d'un type étudié par lui. Nous nous bornerons à énumérer les autres dispositifs étudiés et réalisés en France par ses soins : pièces de contreventement, câbles obliques de rigidité, chariots de dilatation sur les piles, poutrelles armées de tablier en barres d'acier, couverture en ciment armé, etc.

Pour apprécier l'importance de l'œuvre accomplie par M. Arnodin dans le cours de sa laborieuse carrière, il suffit de remarquer qu'il a construit 35 ouvrages neufs, dont 26 en France ; 3 au Congo français ; et enfin 1 dans l'île de la Réunion ; 1 en Tunisie ; 1 en Algérie ; 1 en Espagne ; 1 en Roumanie ; 1 en Colombie.

Il a reconstruit en totalité ou en partie 47 ponts, détruits à la suite d'incendies, d'inondations ou de faits de guerre. Il a transformé, renforcé ou réparé 147 ouvrages existants, dont plus de moitié menaçaient ruine.

Enfin on doit à M. Arnodin l'invention d'un type de pont absolument nouveau et original, le pont transbordeur, qui répond à des besoins auxquels antérieurement il était impossible de donner satisfaction.

Les anciens ponts mobiles en usage, ponts tournants, levants, bascu-

lants, roulants, etc., ne permettaient pas de dépasser une portée maximum entre appuis de 50 à 60 mètres. Le pont transbordeur atteint facilement l'ouverture de 200 mètres, et peut aller jusqu'à 500 mètres et au delà. Cinq ponts de ce genre ont été construits par M. Arnodin : Bilbao (Espagne), Rouen, Bizerte (Tunisie), Rochefort, Nantes. Il en établit en ce moment même deux autres, à Marseille et à Newport-Mon (Angleterre). Il a également fourni les plans des ponts de Runcovn (Angleterre) et de Dulwith (États-Unis), dont l'exécution est confiée à des maisons anglaise et américaine.

D'autres ponts transbordeurs sont encore à l'état de projets : Copenhague, Anvers, Kiel, Montréal, Durban, Bordeaux, Quillebeuf, etc.

M. Arnodin, qui a fondé pour l'exécution de ses ponts des ateliers importants à Châteauneuf-sur-Loire (Loiret), a dû créer, pour appliquer ses idées, un outillage spécial; nous nous bornerons à signaler, parmi les engins dus à son esprit inventif, une grue électrique de montage, une riveuse par pression à main, un câble-témoin, etc., etc.

En définitive, M. Arnodin a fait revivre une industrie importante qui était tout à fait déchuée en France et en Europe, celle de la construction des ponts suspendus. Non seulement on ne recule plus en France devant l'exécution d'ouvrages neufs pour le passage des routes, mais on va construire prochainement, dans le département des Pyrénées-Orientales, un pont suspendu pour chemin de fer, d'un type tout nouveau. Le commandant du génie Gisclard, inventeur du type et auteur du projet approuvé par le ministre des Travaux publics, a établi ses dessins définitifs avec le concours de M. Arnodin, qui s'est chargé de l'exécution des travaux.

Nous proposons d'accorder à M. Arnodin (Ferdinand-Joseph) la grande médaille de la Société d'Encouragement pour l'ensemble de sa carrière de constructeur et pour les services qu'il a rendus à l'Industrie française des ponts suspendus, en apportant aux procédés d'exécution de ces ouvrages des améliorations nombreuses et importantes, parmi lesquelles il convient de mentionner spécialement les trois inventions capitales de cet ingénieur-constructeur : le pont à éléments amovibles, les câbles à torsions alternatives, les ponts transbordeurs.

J. R.

Paris, le 13 novembre 1904.

ARTS CHIMIQUES

MÉDAILLES D'OR

RAPPORT présenté par **M. H. Le Chatelier**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, sur les RECHERCHES MÉTALLURGIQUES de **M. Guillet**.

Les recherches de M. Guillet sur les alliages du fer avec les différents métaux ont, dès leur apparition, vivement attiré l'attention des métallurgistes. Depuis les premiers travaux de M. Hadfield, aucune œuvre aussi considérable n'avait été accomplie dans le domaine de la science métallurgique. Ces études ont été reproduites dans tous les journaux techniques français et étrangers, mais c'est au *Bulletin de la Société d'Encouragement* que M. Guillet a donné la primeur de leur publication.

Le programme que s'est tracé l'auteur de ces expériences a été le suivant :

Étudier l'influence de l'addition d'un élément étranger à des aciers au carbone, en s'astreignant à opérer sur des séries dans lesquelles la teneur en carbone soit la même pour les différents échantillons comparés. En ne faisant ainsi varier à la fois qu'un des facteurs du problème envisagé, on donne au résultat un degré de simplicité et de clarté qui le rend bien plus facilement utilisable. Ces différentes séries d'aciers ont été étudiées dans des conditions de traitements thermiques différents soit à l'état naturel, soit après recuit, soit après trempe. Enfin, pour chacune de ces séries soumises à chacun de ces traitements spéciaux, un certain nombre de propriétés ont été l'objet d'études systématiques : détermination de la structure micrographique, détermination des grandeurs de l'essai de traction, détermination de la méthode de Brinell, détermination de la fragilité par l'essai au choc de M. Frémont.

Les métaux dont les alliages ont été ainsi étudiés sont : le chrome, le manganèse, le nickel, le cobalt, le tungstène, le vanadium, l'aluminium, l'étain, le titane et le silicium.

D'une façon générale, il est ressorti de ces expériences une corrélation très nette entre les propriétés mécaniques des aciers et leur structure micrographique et, de plus, une relation non moins nette entre la structure micrographique et la composition chimique.

M. Guillet a pu dresser, spécialement pour les aciers au manganèse et au nickel, des tableaux graphiques définissant la relation entre la teneur en carbone et la teneur en métal étranger qui correspondent au passage de la structure ordinaire ou perlitique à la structure martensitique des aciers durs et enfin à la structure austénitique des aciers à grandes déformations.

Dans le cas des aciers au silicium, M. Guillet a pu définir l'existence de solutions solides correspondant à des teneurs en silicium beaucoup plus élevées qu'on ne le supposait. Ce ne serait qu'au-dessus de 15 p. 100 que des composés siliciés définis s'isoleraient au milieu de la masse. Mais il n'est pas nécessaire de reproduire ici tous les résultats; la lecture des mémoires le fera connaître d'une façon beaucoup plus utile que ne le pourrait un résumé très incomplet.

L'exploration méthodique d'un champ de recherches aussi vaste est une tâche difficile et ingrate. Il faut une méthode scientifique bien profondément assise pour se décider à aborder dans tout son ensemble une étude dont quelques points seulement, on le sait par avance, sont réellement intéressants pour la pratique; et cependant, pour se débrouiller sur un terrain neuf, il est indispensable d'espacer les jalons. Pour tracer une droite sur une feuille de papier, il y a intérêt à se donner deux points aussi éloignés que possible; de même, pour reconnaître d'une façon certaine l'influence de la composition ou du traitement d'un acier, il est utile d'étendre ses observations bien en dehors de la limite où elles comportent des applications. C'est pour s'être limités aux métaux industriels que les résultats obtenus par le plus grand nombre des prédécesseurs de M. Guillet ont été aussi peu concluants.

Il faut en outre, pour de semblables recherches, des moyens matériels considérables. La préparation des nombreux échantillons et les essais de toute nature à leur faire subir sont extrêmement onéreux. On ne saurait passer sous silence ici la libéralité avec laquelle MM. de Dion et Bouton ont mis à la disposition de l'auteur de ces recherches les moyens de travail indispensables, ni le concours infiniment précieux des aciéries d'Unieux et de celles d'Imphy, qui ont préparé avec un soin tout particulier les échantillons destinés à ces expériences.

Le Conseil de la Société d'Encouragement, adoptant les conclusions de ce rapport présenté au nom du Comité des Arts chimiques, décerne à M. Guillet une de ses médailles d'or.

Signé : H. LE CHATELIER, rapporteur.

RAPPORT présenté par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, sur les ÉTUDES MICROSCOPIQUES DE LA STRUCTURE DE LA PEAU, par **M. H. Boulanger**.

M. H. Boulanger, tanneur à Lille, a publié dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, en 1902, la première partie d'un remarquable travail relatif aux « Essais du cuir dans ses applications industrielles ». Ce travail, rempli d'expériences méthodiquement menées, fournissait, en particulier, des renseignements précis sur la valeur des courroies suivant la provenance du cuir employé. Or, au cours de ces expériences, M. Boulanger avait été frappé des différences très sensibles qu'offrait le cuir suivant les parties de la peau d'où provenaient les échantillons, ainsi que des particularités que révélait l'examen microscopique dans les divers cas envisagés ; il fut ainsi amené à entreprendre l'étude de la peau tannée au moyen de la microphotographie.

Les résultats de cette étude ont été réunis dans 14 atlas, contenant chacun 7 vues microscopiques, reproduites par la photographie, et ne mesurant pas moins de 30 centimètres sur 25 centimètres. Ces photographies, qui ont été exposées à l'Exposition industrielle d'Arras, ont vivement attiré l'attention des personnes compétentes.

On sait que la peau, vue au microscope, se montre composée de fibres relativement longues, plus ou moins fines, feutrées les unes avec les autres et soudées entre elles par une substance jouant le rôle d'un véritable ciment ; par suite, on comprend aisément les différences que présentent les cuirs obtenus par le tannage des peaux suivant la grosseur, la résistance et le feutrage plus ou moins serré de ces fibres, et aussi, suivant les modifications qu'ont pu subir soit les fibres, soit les substances de remplissage sous l'action des différents agents tannants. C'est à bien mettre en

évidence et à fixer ces différences au moyen de microphotographies très agrandies que s'est attaché M. Boulanger.

Mais il était de première importance de bien choisir la méthode à employer pour reproduire par la photographie les vues obtenues sous le microscope.

On pouvait faire des coupes minces des divers cuirs à examiner et photographier simplement la coupe par transparence ; mais, dans ce cas, on était obligé de faire des coupes d'une minceur extrême, à cause du manque de transparence du cuir, et il en résultait que beaucoup de fibres se trouvaient sectionnées ou que les parties présentant des vides se détachaient les unes des autres. On pouvait, au contraire, préparer des coupes plus épaisses, ce qui avait l'avantage de donner des vues comprenant des fibres intactes, non déformées, restant bien à la place qu'elles occupaient réellement dans le cuir, et photographier ces coupes, non plus par transparence, mais par réflexion. C'est ce dernier mode opératoire qui a été adopté par M. Boulanger et qui lui a donné d'excellents résultats.

Quant à la préparation de ces coupes, elle exige des précautions nombreuses ; il faut d'abord immerger le cuir dans l'eau jusqu'à ce qu'on ait dissous la plus grande partie du tannin contenu dans les cavités de la peau ; on soumet ensuite à l'action du vide, puis on fait séjourner l'échantillon dans de l'alcool à divers degrés pour terminer dans l'alcool absolu ; on laisse tremper six à huit heures dans le xylol et on met enfin le cuir dans une composition spéciale de suif de bœuf et de paraffine maintenue en fusion à l'étuve ; enfin, on fait les coupes minces dont on élimine finalement toute trace de matières grasses au moyen du xylol ou du sulfure de carbone ; les coupes sont alors prêtes pour être montées sur plaques.

Ces longs essais préparatoires menés à bien, M. Boulanger a divisé l'étude des cuirs en six parties.

Dans la première partie, il étudie les diverses régions d'un croupon de bœuf de provenance française, tanné à l'écorce de chêne ; il y a pris sept échantillons dans sept régions différentes, et, après avoir préparé des coupes comme il vient d'être dit, il a obtenu des photographies, toutes à un même grossissement de 38 diamètres et d'une netteté parfaite.

Ces photographies montrent bien les différences très grandes que la pratique reconnaît exister pour le cuir suivant la partie de l'animal d'où il provient. On sait, par exemple, que le cuir provenant de la poitrine est

plus résistant que le cuir pris en d'autres parties ; or, l'enchevêtrement des fibres y est plus grand que partout ailleurs. Au contraire, si l'échantillon a été pris dans une partie se rapprochant du flanc ou du collet, les fibres sont plus grosses et moins enchevêtrées.

La deuxième partie montre des photographies faites sur un croupon de bœuf tanné à fond à l'écorce mais non corroyé.

La troisième partie étudie des fibres isolées, détachées soigneusement de parties rompues par traction, pour des échantillons tannés soit à l'écorce, soit au chrome.

La quatrième partie est consacrée à l'étude d'un défaut que présentent très fréquemment les peaux et qui est dû à la perforation produite par la larve de la mouche appelée vulgairement taon (*Hypoderma bovis*).

Enfin, dans les cinquième et sixième parties, l'auteur étudie les cuirs rendus défectueux par suite de blessures ou de plaies.

L'étude de M. Boulanger nous semble présenter un très grand intérêt ; jusqu'ici, en effet, le travail du cuir n'avait jamais été suivi d'une manière aussi précise. Certes, les praticiens connaissent parfaitement les différences existant dans un cuir suivant sa provenance, et savent tenir compte des défauts que peuvent présenter accidentellement les peaux ; mais les différences dues soit au mode de tannage employé, soit aux différentes opérations par lesquelles on transforme la peau en cuir, n'ont fait, jusqu'à présent, que l'objet d'études scientifiques très sommaires.

Or, les albums de M. Boulanger montrent combien les microphotographies peuvent aider à l'explication des faits constatés par la pratique. Que l'on prenne, par exemple, la question du tannage qui a été si souvent discutée suivant que l'on fait le tannage végétal à l'écorce qui exige des mois, ou le tannage au chrome qui se pratique en quelques heures, et on verra combien sont instructives ces photographies. La pratique montre, en effet, que le second mode de tannage donne au cuir une durée et une résistance vive de rupture bien supérieures à celles des meilleurs cuirs tannés à l'écorce, mais que, par contre, le cuir manque de fermeté et a une tendance à l'allongement. Or l'examen des photographies montre, pour le tannage au chrome, une différence très grande au point de vue de la propreté et de la netteté des fibres qui semblent, en outre, avoir pris de la solidité en se contractant, d'où, comme conséquence, une résistance souvent plus grande à la rupture, mais aussi, une tendance à l'allongement, car les fibres, plus propres, débarrassées de toutes les matières étrangères

remplissant les intervalles dans la peau, peuvent se tendre et jouer plus facilement.

Après avoir parcouru cet ensemble de photographies, auquel on peut cependant reprocher de n'être pas accompagné d'un texte explicatif suffisant, on est convaincu des conséquences importantes que pourrait donner, grâce à ce procédé d'investigation, une étude méthodique, sous le microscope, des transformations successives que subit la peau quand on la gonfle dans les bains de tannage, les confits, etc. On suivrait alors facilement le gonflement des matières albuminoïdes, l'élimination des impuretés et la progression du tannage de la fibre, et il semble certain que cet examen, complété par une étude chimique menée parallèlement, permettrait de jeter une grande clarté sur l'utilité des opérations si nombreuses que doit subir la peau, sur la durée nécessaire de chacune d'elles, sur la valeur des divers procédés de tannage, etc. ; on pourrait alors choisir avec certitude le meilleur mode de traitement que doit subir la peau suivant les applications industrielles auxquelles on destine le cuir.

Votre Comité des Arts chimiques vous propose donc de remercier M. Boulanger d'avoir présenté à la Société cette remarquable et intéressante collection de photographies, et de l'engager vivement à continuer ces études dans une voie méthodique, qui sera certainement féconde en résultats scientifiques et industriels.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR **M. Victor de Luynes**, par **M. Léon Appert**, membre du
Conseil, au nom du *Comité des Arts chimiques*.

M. Victor de Luynes, professeur au Conservatoire des arts et métiers, directeur honoraire des laboratoires du ministère des Finances, membre du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale et de plusieurs autres sociétés savantes, est mort le 8 juin 1904, dans sa propriété de Meudon. Il était devenu le doyen des membres du Conseil de notre Société et l'un des plus connus ; il en a été, de tout temps, l'un des plus estimés.

Quoique ses forces déclinaient avec rapidité depuis quelques mois et que l'affaiblissement général qui en fut la conséquence préoccupât vivement sa famille et ses amis, la lucidité de son esprit, et l'enjouement, resté presque le même, de son caractère, ne laissaient pas prévoir une fin aussi prochaine et aussi rapide ; un événement imprévu et des plus pénibles pour sa famille et pour lui, la mort subite de son gendre, M. Callandreau, pour lequel il avait une vive affection, lui portait un coup dont il ne devait pas se relever ; aussi, est-ce sans surprise que ceux de ses amis et de ses collègues qui avaient été à même de l'approcher dans les derniers temps de sa vie, ont appris son décès.

M. Victor de Luynes avait été appelé à faire partie du Conseil de notre Société dès l'année 1862, sur la présentation de J.-B. Dumas, alors son président ; membre du Comité des Arts économiques jusqu'en 1883, il avait été nommé, à cette époque, sur la demande de plusieurs de ses collègues, membre du Comité des Arts chimiques où ses travaux et sa compétence reconnue dans toutes les questions de chimie appliquée semblaient, non sans raison, lui assigner une place toute naturelle.

Il avait été nommé vice-président de la Société pendant les années 1889, 1890, 1891.

Peu d'existences scientifiques ont été aussi bien remplies et d'une façon aussi prolongée, que ne l'a été celle de ce regretté collègue : né le 16 avril 1828, après des études très complètes faites au collège Stanislas, au cours desquelles il manifesta un goût très vif pour les sciences physi-

ques, il était, grâce aux relations de son père, alors secrétaire général du ministère de l'Instruction publique, accueilli au Muséum par son directeur, Adrien de Jussieu ; il devenait, peu de temps après, à 22 ans à peine, préparateur de Chevreul.

En 1852, il était appelé à professer la physique et la chimie au lycée Condorcet, alors lycée Bonaparte ; et ce n'est pas sans émotion que, se reportant à ces souvenirs lointains, l'auteur de cette notice, élève de ce jeune professeur, de quelques années à peine plus âgé que ceux qu'il avait mission d'instruire, rappelle ces premières leçons où se dévoilaient déjà chez lui de précieuses qualités comme professeur, sachant intéresser et charmer ses auditeurs dans l'enseignement même de ces connaissances un peu ardues, pour eux par leur nouveauté. Préparateur de J.-B. Dumas à la Sorbonne, il était choisi en 1862 comme préparateur du laboratoire de recherches et de perfectionnements de la Faculté des sciences de Paris ; il en devenait le chef en 1868.

Sa thèse de doctorat sur l'orcine, l'érythrite et les matières colorantes qui en dérivent, publiée à cette époque, attirait l'attention sur ce jeune savant ; sa thèse marquait, en effet, une étape dans l'histoire de la nouvelle théorie atomique, en augmentant ainsi les connaissances assez restreintes que l'on avait sur les alcools tétratomiques. Cette thèse lui avait valu le prix Jecker à l'Institut.

Sa collaboration aux travaux de J.-B. Dumas et de Sainte-Claire Deville, qui, en relations constantes avec lui, avaient été à même de l'apprécier, non moins que ses travaux personnels, et les succès qu'il avait obtenus dans de nombreuses conférences publiques faites à la Société pour l'avancement des sciences, le désignaient pour des fonctions plus élevées ; aussi Pasteur, obligé de partir brusquement dans le Midi, sur la demande pressante qui lui en était faite dans le but d'étudier la maladie des vers à soie qui prenait un développement redoutable, le désignait-il pour le suppléer dans sa chaire de chimie organique, et, au mois de mars 1868, il était nommé professeur suppléant à la Faculté des sciences de Paris.

Dans le courant de la même année, la mort de Persoz rendait vacante, au Conservatoire des arts et métiers, la chaire de chimie appliquée aux industries de la teinture, apprêts et impression des tissus ; le Conseil de perfectionnement de cet établissement, après un rapport très favorable de la commission nommée pour examiner les titres des candidats, y appelait M. Victor de Luynes, et, tenant compte de ses travaux antérieurs et des

connaissances spéciales qu'il avait acquises, lui adjoignait l'enseignement de la céramique et de la verrerie, professé antérieurement par Ebelmen, alors directeur de la Manufacture de Sèvres, et auquel depuis la mort de ce dernier, Eugène Péligot consacrait un certain nombre de leçons dans son cours de chimie générale.

Nommé le 28 octobre 1868 professeur à cette chaire, de création pour ainsi dire nouvelle, et dont l'importance était notablement accrue, M. Victor de Luynes n'a cessé de remplir, jusqu'à sa mort, ces fonctions qui lui avaient été, de tout temps, particulièrement chères.

Ses qualités comme professeur lui avaient valu, dès ses premières leçons, un grand succès, succès très justifié par le soin avec lequel il les préparait, et par l'attrait qu'il savait leur donner en reproduisant au cours même de ses leçons des opérations industrielles difficiles à faire et souvent plus difficiles à réussir encore.

Il était aidé dans ces circonstances par les industriels avec lesquels il avait su se créer les relations les plus amicales : grâce à eux, il savait se tenir au courant des progrès accomplis dans les industries qu'il avait à faire connaître, en même temps qu'à leur tour; ils lui en facilitaient la démonstration; chacun de ceux dont il sollicitait le concours le lui donnait avec empressement, heureux d'aider ce savant aussi serviable pour eux que consciencieux dans l'accomplissement de ses fonctions.

Très dévoué aux intérêts de ce grand établissement, dont il devait devenir le doyen des professeurs, il a aidé puissamment au développement de son musée et de ses collections par l'acquisition de modèles et de tableaux judicieusement choisis, souvent exécutés sur sa proposition et toujours bien faits pour instruire le public spécial qui en fréquente avec assiduité les galeries.

Les fonctions fort occupantes qu'il avait acceptées ne lui laissaient que peu de temps pour se livrer à des recherches personnelles, néanmoins il publiait à diverses époques quelques mémoires intéressants : ses études sur l'orcine faites le plus souvent seul, l'une toutefois avec M. Salet et une autre avec M. Lionet, avaient fait l'objet de plusieurs communications à l'Académie des Sciences et à la Société chimique de Paris.

Il eut le chagrin de se voir devancé dans la publication de ses recherches par une autre publication faite sur le même sujet, en Allemagne, avant qu'il n'eût terminé ses études si laborieusement poursuivies jusque-là.

En 1867, il avait publié, avec M. Espérandieu, un travail très complet sur les propriétés et la préparation de l'acide pyrogallique ; il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'à la suite de cette publication ce corps a été employé couramment en photographie pendant un grand nombre d'années.

Il avait fait successivement quelques autres communications à l'Académie des Sciences. Nous citerons celles :

Sur la formation de l'arsénite d'ammoniaque ;

Sur quelques propriétés de l'acide arsénieux ;

Sur une combinaison du chlorure d'arsenic avec l'alcool.

Il y avait communiqué également de nouvelles observations : sur le bleu de Paris, en collaboration avec MM. Persoz et Salvétat ; quelques notes sur le butylène et sur l'hydrate et l'iodhydrate de butylène ; d'autres enfin sur l'emploi de l'acide iodhydrique en chimie organique et sur la préparation du tournesol.

Il a fait à notre Société plusieurs communications pleines d'intérêt dans lesquelles, se plaçant au point de vue de l'application pratique, il donnait connaissance de nouveaux procédés de fabrication étudiés par lui et qu'il pensait pouvoir être utilisés industriellement : au nombre de ces procédés on peut citer ceux concernant l'extraction du bismuth et de ses alliages, un procédé pour la préparation industrielle de l'orcine, une note sur l'orcine et une matière colorante qui en dérive et sur sa fabrication.

Dans ces dernières années ses multiples et absorbantes occupations l'avaient empêché d'entreprendre de nouvelles études.

Très frappé des résultats annoncés par M. de la Bastie, l'inventeur des procédés de fabrication du verre trempé connu sous le nom de *verre incassable*, mis en pratique industriellement par cet inventeur dans son usine de Choisy-le-Roi, il faisait paraître en 1873 un mémoire résumant ses études sur la *trempe du verre*.

Les expériences qu'il entreprit à cette époque, et qu'il poursuivit avec une sagacité remarquable, sont très connues et sont devenues, pour ainsi dire, classiques ; elles ont été reproduites, dans la suite, dans tous les ouvrages appelés à traiter de cette question, en France et à l'étranger.

Il avait fait à la Société, à l'occasion de ce procédé, un rapport qui a été publié au *Bulletin* de l'année 1873.

En 1874, la direction générale des Douanes, dont il était depuis quelques années le conseil officieux, lui confiait l'organisation, et plus

tard la direction d'un laboratoire des sucres; cette organisation s'augmentait et se complétait rapidement par la création de vingt autres laboratoires installés dans les villes frontières et dans certains grands centres industriels.

M. Victor de Luynes se dépensa à cette occasion tout entier de la façon la plus désintéressée et la plus dévouée; le succès couronna du reste ses efforts, car dès leur fonctionnement ces laboratoires rendirent les plus grands services. Aussi, cette organisation était-elle à peine terminée que le ministre des Finances, désireux d'unifier les méthodes d'essai usitées dans ce laboratoire et celles du laboratoire des Contributions indirectes, en décidait, en 1897, la réunion sous sa direction unique, ce nouveau service étant désormais rattaché au Cabinet même du ministre des Finances.

M. Victor de Luynes en a conservé la direction jusqu'au mois de novembre 1903, époque à laquelle, sentant ses forces diminuer, il demandait à être relevé de ces fonctions, qu'il avait remplies jusque-là avec un complet dévouement et qui, de tout temps, lui avaient été un sujet de préoccupations considérables, par suite même de l'importance qu'avait prise ce service et de la lourde responsabilité qui en était devenue, pour lui, la conséquence.

Nommé membre du conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, il en devenait rapidement un des membres les plus occupés et les plus écoutés; les nombreux rapports qui lui ont été demandés, toujours très étudiés et marqués au coin d'une prudence éclairée, étaient généralement et unanimement approuvés: la fabrication du celluloïde, en particulier, et les précautions à prendre pour sa conservation et sa vente, ont donné lieu pour lui à d'intéressantes recherches qui ont fait l'objet de nombreux rapports publiés successivement et qui ont servi de base à la légalisation régissant encore aujourd'hui la matière.

Nommé expert près les tribunaux, ses nombreuses relations le mettaient à même d'apprécier, mieux que personne, les perfectionnements journaliers apportés dans les industries chimiques; aussi fut-il souvent désigné comme arbitre dans les importants procès auxquels bon nombre de ces industries ont donné lieu depuis trente ans; l'intégrité de son caractère et le scrupule qu'il mettait à formuler ses appréciations étaient des gages de sécurité pour ceux qui les lui confiaient.

Dans quelques-unes de ces expertises, il avait eu la satisfaction d'avoir pour collaborateur et pour auxiliaire, appelé à remplir avec lui ces fonc-

tions, d'autant plus délicates que les intérêts en jeu étaient plus importants, notre très sympathique et également très regretté collègue, Aimé Girard, auquel le liait une profonde et intime amitié.

Son arbitrage dans l'important procès en contrefaçon intenté à l'occasion de la fabrication des becs Auer, en collaboration avec MM. Friedel et Bardy, l'avait occupé toute une année.

M. Victor de Luynes a toujours été membre assidu de notre Société ; il était, en toute occasion, un de ses fervents défenseurs, toujours préoccupé de son avenir en présence de la concurrence résultant de la création successive de sociétés scientifiques nouvelles.

Sa bonne volonté était inlassable ; le nombre de rapports dont la rédaction lui a été confiée, soit comme membre du Comité des Arts économiques, soit comme membre du Comité des Arts chimiques, n'est pas moindre de soixante-cinq, ayant trait aux sujets les plus différents et les plus variés.

Il avait fait à la Société, en 1896, une conférence du plus grand intérêt sur la céramique, conférence que ses nombreuses occupations ne lui ont pas permis de rédiger, mais dont le souvenir est resté dans la mémoire du plus grand nombre d'entre nous comme un résumé des plus complets des progrès et des applications nouvelles de cette importante industrie.

En 1873, il avait été désigné par le Gouvernement pour le représenter à l'Exposition internationale de Vienne ; à la suite de cette exposition, il avait été nommé, en 1874, chevalier de la Légion d'honneur.

Depuis l'année 1867, il n'avait du reste cessé de faire partie des diverses commissions chargées de l'organisation et de l'installation des expositions qui se sont succédés en France et à l'étranger.

Régulièrement désigné pour faire partie des jurys de récompenses à ces expositions, il a publié, soit comme rapporteur, soit le plus souvent sous sa surveillance comme Président, des rapports sur la céramique et sur la verrerie, industrie dont il avait été plus spécialement appelé à s'occuper, qui resteront comme des modèles de méthode et de clarté.

En 1888, il avait été nommé officier de la Légion d'honneur.

Comme homme privé, ce savant était le modèle des pères de famille ; nous connaissions tous son existence patriarcale, se passant dans sa bibliothèque entouré de ses livres, aux côtés de sa dévouée compagne, qui ne le quittait que bien rarement, même dans ses tournées d'inspection de ces laboratoires qu'il avait à surveiller après les avoir installés, sous le

même toit que ses filles et gendres, et entouré de ses nombreux petits-enfants auxquels il avait su inspirer la plus respectueuse affection.

D'un esprit très affiné en même temps que doué d'une mémoire remarquable, M. Victor de Luynes était aussi intéressant causeur qu'agréable conteur ; dans les réunions privées comme dans les réunions corporatives auxquelles il assistait bien souvent comme invité, sa présence était vivement appréciée par ceux appelés à l'entendre ; sa disparition sera vivement sentie par tous ceux qui avaient occasion de le fréquenter.

L'auteur de cette notice croit devoir, en terminant, remercier le Conseil de la confiance qu'il lui a témoignée en le chargeant du soin de rappeler à la mémoire des membres de la Société, cet homme de bien : comme son élève d'abord, plus tard comme ami, les étroites relations qui s'étaient établies entre eux lui ont rendu la tâche relativement plus facile. Après avoir essayé de faire apprécier comme elles le méritaient l'œuvre et la vie de ce regretté collègue, en faisant ressortir aussi complètement que possible sa longue et utile carrière et en rappelant les services rendus par lui à la science, à l'enseignement et à notre Société, il est heureux de pouvoir se faire l'interprète des sentiments de ses collègues en apportant ici un dernier témoignage de leur sympathie à ce savant modeste, consciencieux et serviable, qui n'a su rencontrer que des amis pendant les quarante années qu'il a passées au milieu de nous.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT fait au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur une communication de **M. Guillery**, relative à une NOUVELLE MÉTHODE D'ESSAIS MÉCANIQUES DES MÉTAUX, par **M. Ed. Sauvage**.

M. Guillery, directeur des ateliers de la Société française de constructions mécaniques à Denain, a fait une très intéressante communication à la Société, le 24 juin 1904, sur l'application des nouvelles méthodes d'essais mécaniques des métaux par choc sur barreaux entaillés et par empreinte de bille. Ces méthodes sont couramment appliquées dans les ateliers que dirige M. Guillery, qui a fait construire à cet effet des appareils simples et pratiques.

Pour l'essai par empreinte de bille, d'après le procédé Brinell, ces appareils sont au nombre de deux, l'un portatif et l'autre fixe, donnant une précision plus grande. L'appareil portatif ressemble extérieurement à une bouterolle : il porte à sa partie inférieure une bille de 5 millimètres de diamètre et à sa partie supérieure une tête sur laquelle on peut frapper. L'effet se transmet à la bille par l'intermédiaire d'une pile de rondelles élastiques Belleville enfermées dans une douille, dont le bord inférieur porte sur la tôle dès que la flexion des rondelles a donné à la bille la charge voulue : de 750 kilog. environ. L'appareil fixe, plus précis, agit par pression statique, avec une bille de 10 millimètres, portant sur une pile de rondelles Belleville.

Pour les essais au choc, M. Guillery emploie un mouton rotatif, constitué par un volant en acier portant sur sa jante le couteau qui rompt l'éprouvette. La diminution de vitesse qui se produit au moment du choc permet de calculer le travail absorbé. Cette machine est commode, peu encombrante, et d'un aspect agréable.

M. Guillery estime que, pour les constructions courantes de l'industrie,

ces essais peuvent être avantageusement substitués à l'ancien essai de traction, coûteux et souvent insuffisant.

La communication de M. Guillery, avec les dessins des appareils, a été publiée dans la *Revue de Métallurgie* (août 1904, p. 403).

Votre Comité vous propose de remercier M. Guillery de cette intéressante communication.

Lu et approuvé en séance le 13 janvier 1905.

Signé : E. SAUVAGE, rapporteur.

HYGIÈNE

LA PURIFICATION DES EAUX POTABLES

ET L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT EN ANGLETERRE

Par **M. L. Grandeau**, *membre du Conseil*.

PREMIÈRE PARTIE

EAUX D'ÉGOUT. — REMARQUES PRÉLIMINAIRES

COUP D'ŒIL SUR LA LÉGISLATION SANITAIRE DE L'ANGLETERRE

La législation sanitaire de l'Angleterre peut être regardée, avec les améliorations qui y ont été apportées depuis plus d'un demi-siècle, comme l'une des plus efficaces pour la protection de la santé publique.

Le Public Health Act de 1848 a été le point de départ d'immenses progrès dans le régime sanitaire de ce pays. Complétées et perfectionnées par diverses lois (Sanitary Acts de 1866, 1868, 1869, 1870, 1887, 1888 et 1900), ses prescriptions sont aujourd'hui en vigueur dans un millier de villes ou districts. Cette législation vise deux points essentiels et connexes, comme nous le verrons plus loin, pour la santé et la vie des populations : *de l'air pur, de l'eau pure*.

L'alimentation en eau pure des agglomérations humaines et l'évacuation des eaux résiduaires de provenances animale et industrielle qui en est le corollaire nécessaire constituent la condition fondamentale de l'hygiène publique. La solution de ces questions, si imparfaite encore dans presque tous les pays, est actuellement à l'ordre du jour dans la plupart d'entre eux. De l'évacuation ou de la destruction, pour ainsi dire immédiate, des détritiques de toute nature qui, par leur putréfaction rapide, vicient l'air et corrompent les eaux destinées à l'alimentation, dépend la salubrité de tous les centres de population, grands ou petits.

L'agglomération des habitants d'une ville ou d'un village amène nécessaire-

ment une concentration de production de matières insalubres, sur des surfaces peu étendues. Le problème de l'évacuation de ces matières croît en importance, en même temps que sa solution devient plus difficile, avec le chiffre de la population et le développement des industries dont l'eau est un des éléments prépondérants (brasseries, tanneries, papeteries, amidonneries, etc.).

Déversées directement dans les ruisseaux, les rivières et les fleuves, les matières de vidange et les eaux résiduaires des diverses industries vont empoisonner les eaux. Lorsque les nécessités locales exigent qu'à défaut de sources assez abondantes, on ait recours pour l'alimentation à ces cours d'eaux ainsi contaminés, il est de toute nécessité, sous peine de créer et de provoquer, dans les populations qui en feraient usage, des maladies infectieuses ou tout au moins des troubles de santé considérables, d'épurer absolument ces eaux avant de les livrer à la consommation. Tous les travaux entrepris, en Angleterre, sous l'empire des lois sanitaires dérivées de celle de 1848, ont pour objet d'assurer la distribution abondante d'eau potable, l'enlèvement rapide des résidus liquides ou solides, par un réseau d'égouts aussi complet que possible et la purification des eaux résiduaires de toute nature, avant de les laisser arriver dans les cours d'eau.

En 1865, par suite de l'importance donnée à la canalisation des villes et de l'intérêt offert, pour la salubrité, par l'emploi agricole des eaux d'égout ou *sewage* (1) a été promulguée la première loi générale (*Sewage Utilisation Acts*) d'utilisation du *sewage*, applicable aussi bien à l'Écosse et à l'Irlande qu'à l'Angleterre et au pays de Galles. Cette loi donne le droit aux autorités constituées de disposer du *sewage* de leurs districts respectifs au profit du sol, de telle sorte que l'épandage ne devienne pas une cause d'insalubrité (nuisance). Quels que soient, dit cette loi, les travaux de drainage, « il est interdit de construire un égout qui ait une décharge directe dans une rivière ou dans un cours d'eau ».

Cette clause d'interdiction de tout déversement, dans un cours d'eau quelconque, de *sewage* n'ayant pas subi un traitement d'épuration, a été le point de départ de toutes les études et expériences sur les moyens propres à purifier les eaux résiduaires d'origines animale ou industrielle, ainsi que celles des fleuves ou rivières (Tamise, Kennet, etc.), utilisées pour l'alimentation publique. Partout, en Angleterre, les habitations sont alimentées par un seul réseau de canalisation, soit pour l'alimentation humaine, soit pour les usines et fabriques, les usages domestiques et les water-closets. Il n'y a donc, pas plus qu'à Paris, deux canalisations distinctes; la ville entière reçoit la même eau; mais, à l'inverse de ce qui se passe à Paris, aucune eau pouvant contenir des impuretés

(1) Au cours de ce travail nous emploierons fréquemment ce terme, connu aujourd'hui de tous les hygiénistes, pour éviter une périphrase (eaux d'égout, eaux résiduaires, eaux industrielles).

(rivières, par exemple) n'est admise dans les canalisations qu'après épuration. Les lois sanitaires de l'Angleterre ne permettent pas l'introduction d'eau non filtrée dans les canalisations, de peur que celles-ci ne soient contaminées. Le Public Health Bill de 1872, l'Act de 1888 et le règlement du Local Government Board de 1900 sont venus compléter et codifier les mesures législatives prises antérieurement (1).

Le règlement de 1900 sur le traitement des eaux d'égout a fixé la dimension des installations d'épuration, par rapport au volume d'eau qu'elles ont à purifier et les surfaces qu'elles doivent avoir, d'après le nombre d'habitants qui alimentent les égouts, suivant les différents systèmes de purification employés : savoir, dans l'épuration par les Septic Tanks, les lits de contact (Dibbin), la filtration par les lits aérobiques, avec ou sans sprinklers, enfin par l'épandage direct sur le sol.

Dans les systèmes d'épuration par les procédés *artificiels* (septic tanks, lits de contact, lits aérobiques avec ou sans sprinklers), ce règlement prescrit une surface d'installation d'un hectare par 2 500 habitants. Pour l'épandage direct des eaux d'égout sur le sol, il confirme l'obligation antérieurement édictée d'y consacrer un hectare de terrain, présentant les conditions convenables d'épuration, par 370 habitants, soit 27 mètres carrés par habitant. On voit combien est différente la surface nécessaire à la purification des eaux, suivant qu'on applique le procédé naturel (épandage sur le sol) ou les procédés dits artificiels.

Dans la pratique, l'application des lits aérobiques du système carboferrite-sprinkler que nous étudierons plus loin en détail, exige en réalité une surface bien inférieure à celle que nous venons d'indiquer; la raison en est, comme nous le verrons, dans la pureté de l'effluent du sewage fourni par ce système, qui permet le déversement direct dans les cours d'eau et supprime, en fait, l'adjonction d'un champ d'épuration à l'installation.

Le major Tulloch a fait adopter, pour le traitement du sewage à Chester, ville de 30 000 âmes, le système carboferrite-sprinkler; la surface des lits d'oxydation par voie bactériologique ne s'élève qu'à 33 ares; étant données les conditions locales, elle devrait être de 160 hectares pour l'épandage direct sur le sol. A Paris, l'épuration par épandage direct des eaux d'égout exigerait, d'après la législation anglaise, une superficie totale de terrain *apte à l'épuration*, de 7 200 hectares (27 mètres $\times$ 2660 000 habitants). Cette surface, majorée de 10 p. 100 pour chemins, bâtiments, canaux, etc., serait de 7 900 h., c'est-à-dire double environ de la surface des champs d'épuration actuels. Mais ce chiffre

(1) Le remarquable ouvrage de mon regretté ami A. Ronna, qui a pour titre *Égouts et Irrigations*, renferme un exposé complet de la législation sanitaire anglaise jusqu'en 1873. J'y renvoie le lecteur désireux d'avoir sur cette question des renseignements que la limite de cette étude ne me permet pas de donner.

paraîtra encore un minimum, si l'on réfléchit que les égouts de Paris sont loin de recevoir toutes les eaux résiduaires, le tout-à-l'égout ne fonctionnant actuellement que dans 32 000 immeubles sur 72 000 que compte la capitale. Si l'on supposait appliquée aux eaux résiduaires de la population de la capitale, la substitution des lits d'épuration aérobique à l'épandage direct sur le sol, la surface des installations nécessaires se réduirait à 29 hectares, d'après la base adoptée à Chester.

On admet, en Angleterre, étant donné son climat pluvieux, que les installations d'épuration, sans distinction des systèmes appliqués, doit rendre possible la purification, en temps de pluie, d'une quantité triple du sewage épuré en temps sec.

Le bill de 1872 a organisé les autorités sanitaires locales et défini les pouvoirs et les devoirs de ces autorités qu'il oblige à désigner des médecins inspecteurs de salubrité; enfin, il a établi des clauses diverses, les unes importantes, les autres accessoires, destinées à faciliter l'exercice des pouvoirs sanitaires.

Après ce court préambule sur la législation anglaise, nécessaire à l'intelligence du développement qu'a pris chez nos voisins, dans la seconde partie du XIX^e siècle, le régime de l'hygiène des eaux, nous allons aborder l'examen des principaux procédés mis en usage pour l'épuration des eaux d'égout et pour la purification des eaux de rivière et de source employées pour l'alimentation.

Cet exposé embrassera successivement ces deux questions : il aboutira à mettre en évidence la supériorité sur tous les autres procédés, du système bactériologique et notamment de celui qu'a imaginé et mis en œuvre depuis plus de dix ans, dans cinquante villes ou districts, l'ingénieur Frank Candy.

L'application des découvertes de cet ingénieur distingué a amené une véritable révolution dans le traitement des eaux d'égout et dans la purification des eaux destinées à l'alimentation, dont j'ai pu apprécier la portée, lors d'une excursion récente de l'autre côté de la Manche (octobre 1904).

ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT

ÉPURATION PAR LE SOL. — PRÉCIPITATION. — SEPTIC TANKS. — LITS DE CONTACT, LITS AÉROBIQUES ET SPRINKLERS. — PROCÉDÉ F. CANDY. — COMPOSITION GÉNÉRALE DES EAUX D'ÉGOUT.

Je rappellerai tout d'abord que les procédés d'épuration du sewage se divisent en deux groupes :

1° Procédé naturel (épuration par le sol) ;

2° Procédés artificiels.

Ces derniers se subdivisent, à leur tour, en deux classes :

a) Épuration par précipitation ;

b) Épuration par voie bactériologique.

Des tentatives ont été faites pour appliquer l'électricité au traitement du sewage, mais les résultats ne sont pas jusqu'ici assez décisifs pour que nous nous en occupions.

Les matières qui souillent les eaux d'égout et que renferme, bien qu'en moindre quantité, l'eau des rivières qui reçoivent du sewage non épuré (1) sont de cinq sortes différentes (2) :

1° Matières minérales insolubles ;

2° Matières minérales en dissolution ;

3° Matières solides, d'origine organique ;

4° Matières dissoutes, d'origine organique ;

5° Nombreux micro-organismes, d'origines végétale ou animale.

Les matières minérales sont généralement inoffensives. Associés aux matières organiques, on rencontre toujours, en quantités plus ou moins grandes, des microbes de la putréfaction, microbes anaérobies, pour la plupart pathogènes.

Les quantités de chacune des substances indiquées ci-dessus varient nécessairement beaucoup avec l'origine des eaux de sewage, les saisons, les débits des égouts, etc. Le degré de nocuité de ces matières est également très différent. Les matières minérales, solides ou dissoutes, si elles ne contiennent pas, ce qui est le cas général, de sels métalliques : cuivre, plomb, zinc, n'offrent aucun

(1) C'est actuellement encore le cas de la Seine qui, dans les neuf premiers mois de 1904, a reçu directement de 13 à 35 p. 100 (suivant les saisons) du volume des eaux des égouts de Paris, que des installations défectueuses ne permettent pas d'envoyer dans les champs d'épuration (P. Vincey, *Épuration terrienne*). (Bulletin de la Société nationale d'Agriculture.)

(2) Indépendamment des corps étrangers, tels que bouchons, papier, fragments de bois, chiffons, etc., que l'on arrête par une grille à la sortie des égouts.

danger. Il n'en est pas de même des composés organiques et notamment des matières azotées qui constituent l'impureté principale du sewage et que les méthodes de traitement des eaux ont pour but d'éliminer ou de transformer, par voie d'oxydation, en nitrates, inoffensifs aux doses infimes où ils existent dans les eaux épurées.

En ce qui regarde les microbes et spécialement les bacilles pathogènes, l'élimination doit être complète dans les eaux destinées à l'alimentation. En Angleterre, on est arrivé, comme nous le montrerons plus loin, à débarrasser totalement l'eau des rivières (Tamise, Kennet, etc.), qui alimentent de nombreuses populations (districts de Windsor, Reading, etc.), des bacilles pathogènes tels que : bacilles *Coli communis* et *Mesentericus*, *Enteriditis Sporogenes*, etc., dont l'ingestion peut provoquer de graves maladies, ou accidents : dysenterie, choléra nostras, fièvre typhoïde (bacille typhique d'Eberth).

Nous montrerons plus loin par les analyses chimiques et bactériologiques des eaux d'Egham (Tamise) et de Reading (rivière Kennet) que le but est complètement atteint par les procédés Candy (carboferrite et lits oxydants).

I. — ÉPURATION PAR LE SOL

L'Angleterre est la terre classique de l'épuration des eaux d'égout par l'épandage sur le sol. Pratiqué depuis la fin du XVIII^e siècle en Écosse, aux portes d'Édimbourg, ce procédé naturel de traitement s'est extraordinairement répandu dans la Grande-Bretagne, au cours du siècle dernier.

Comme nous l'avons vu plus haut, il est devenu obligatoire, à partir de 1865, par l'interdiction de déverser aucune quantité de sewage brut dans les cours d'eaux.

Le sol est un filtre parfait qui peut débarrasser les eaux contaminées qu'on y déverse de toutes les matières nocives et des germes pathogènes qu'elles renferment. Mais pour qu'il en soit ainsi, l'épandage sur le sol exige absolument le concours simultané des trois conditions suivantes :

1^o Le sol doit posséder une constitution physique et chimique qui assure son pouvoir filtrant sur une couche d'épaisseur convenable (généralement 1^m,50 à 2 mètres).

2^o La quantité de sewage reçue en un temps donné par le sol, par année par exemple, doit être rigoureusement proportionnée à la superficie du champ d'épuration, ou, ce qui revient au même, à la population de la ville ou de la région dont les eaux résiduaires seront déversées par les égouts sur le ou les champs d'épandage. Au mois d'octobre 1900, comme je l'ai dit précédemment, le Local Government Board a condensé dans un règlement nouveau les prescrip-

tions relatives à l'épandage sur le sol des eaux d'égout. Le règlement a fixé obligatoirement à un hectare, par 370 habitants, la surface d'un sol convenable pour l'épuration par les champs d'irrigation.

3° L'épandage ne doit pas être continu, mais intermittent, afin d'assurer l'oxydation des matières azotées et la mort des bacilles pathogènes qui, étant anaérobies, ne résistent pas longtemps à l'action de l'air ou des milieux oxygénés ;

4° L'écoulement dans le sous-sol de toute l'eau déversée à la surface, avant qu'on irrigue à nouveau le champ d'épuration ;

5° Enfin, le drainage souvent nécessaire pour évacuer plus rapidement l'effluent du sous-sol et permettre le renouvellement de l'aération de la couche filtrante.

On ne saurait trop insister sur les très graves conséquences, pour la salubrité et la santé publiques, de l'absence ou de l'insuffisance de l'une ou l'autre de ces conditions dans l'installation et l'exploitation des champs d'épandage. Si l'une ou l'autre vient à manquer, les champs d'irrigation ne tardent pas à être saturés par les matériaux amenés par les eaux d'égout : les terrains irrigués se transforment alors, plus ou moins rapidement, en véritables marécages d'où s'échappent des émanations putrides qui infectent l'air et causent, aux habitants du voisinage, incommodités et dommages.

Une autre conséquence de l'insuffisance des surfaces arrosées, et c'est l'une des plus graves des déversements abusifs de sewage (c'est-à-dire de la disproportion du volume d'eau avec la surface arrosée), est de ne pas réaliser l'épuration des eaux qui sortent du sous-sol avec la plupart des impuretés qu'elles renfermaient, y compris les microbes pathogènes. Ces effluents vont alors contaminer les sources et les cours d'eau du voisinage dans lesquels elles se déversent.

L'une des plus hautes autorités de l'Angleterre en matière d'hygiène, le major Tulloch, qui a exercé pendant de longues années les fonctions d'ingénieur en chef du Local Government Board, consulté par le Conseil municipal de la ville de Chester sur le meilleur système à substituer au champ d'épuration du sewage de cette commune, a consacré quelques pages de son très remarquable rapport à la question de l'épuration par le sol. Je vais donner la traduction des passages les plus importants de ce mémoire (1).

Pendant très longtemps, dit M. Tulloch, et jusqu'il y a vingt ou vingt-cinq ans, l'opinion générale des ingénieurs et des hygiénistes anglais était que le sewage ne peut être purifié d'une manière satisfaisante par un procédé autre que l'épandage sur le sol. Rappelons d'abord le mode d'irrigation par les eaux d'égout.

(1) City and County Borough of Chester. — Sewage Outfall extension improvement. Rapport au Comité du Sewage, octobre 1901.

Ce procédé est pratiqué de différentes façons :

Quelquefois on se borne à laisser le sewage s'écouler d'une façon continue (Broad irrigation) sur de grandes surfaces de terrain qui produisent d'abondantes récoltes de ray-grass d'Italie (1). Ailleurs, le sewage est appliqué d'une façon intermittente sur le sol billonné et rigolé : sur les billons, on cultive diverses plantes (choux, navets, rutabagas, etc.), le sewage est déversé dans les rigoles qui séparent les billons.

Enfin, les deux méthodes sont souvent appliquées simultanément dans la même ferme, l'objectif poursuivi par l'exploitant étant d'obtenir, en purifiant le sewage, la plus grande quantité possible de fourrage sur la surface consacrée à l'épandage.

Le major Tulloch s'empresse d'ajouter : « Comme il arrive pour toutes les œuvres qui sont destinées à disparaître, les résultats de la purification par l'épandage sur le sol ont été surfaits. On s'était fait une opinion très exagérée de la valeur fertilisante du sewage et l'expérience a révélé bien des faits passés inaperçus au début ; elle a montré, entre autres choses, que, sous le climat humide et trop peu ensoleillé de l'Angleterre, précisément à l'époque des pluies qui coïncide avec celle du maximum du volume des eaux à épurer, le sol est tellement saturé par l'eau du ciel qu'il ne peut plus accomplir sa fonction épuratrice. »

D'un autre côté, l'épandage sur le sol, pour être bien conduit, nécessite la présence à la ferme d'un personnel nombreux, ce qui entraîne une dépense annuelle si considérable (souvent quelques milliers de livres sterling par an), que les autorités locales (villes, districts, etc.) se refusent à la prendre à leur charge.

Enfin, la sursaturation du sol (sick), résultant d'irrigations exagérées et prolongées, crée un état marécageux qui oblige à laisser le terrain en friche pendant longtemps, de sorte que les surfaces prévues, au début, pour l'épandage cessent d'être suffisantes pour la purification du sewage. Les travaux des ingénieurs, les découvertes des chimistes et des bactériologistes, dit le major Tulloch, ont amené un revirement complet d'opinion sur la valeur de l'épandage direct du sewage sur le sol.

Ces travaux et découvertes ont prouvé que les eaux d'égout peuvent être purifiées par des procédés artificiels, ne nécessitant pour leur application qu'une fraction tout à fait insignifiante de la surface exigée pour l'épandage direct. De plus, les procédés nouveaux que nous décrirons plus loin en détail fonctionnant automatiquement, ne réclament qu'un personnel très restreint (un ou deux ouvriers, suivant l'importance des installations). La conséquence de cet

(1) Cet épandage continu que j'ai vu pratiquer dans un de mes premiers voyages en Angleterre, il y a près de 40 ans notamment, à Parsloes Hall chez William Hope, à Lodge-Farm, à Croydon, Rumbold, n'est praticable que pour la culture des prairies.

ensemble de conditions est une réduction énorme dans les dépenses de premier établissement et d'entretien à la charge des villes et autres institutions. L'exemple de la ville de Chester que nous empruntons au rapport du major Tulloch est des plus démonstratifs à ce sujet. Il achèvera d'édifier le lecteur sur les raisons hygiéniques et financières qui ont fait écarter, par le Conseil municipal de cette ville, tout projet d'épuration par le sol, pour lui substituer le système bactériologique au carboferrite.

Établissons d'abord, avec M. Tulloch, la surface de terrain nécessaire pour épurer, par épandage sur le sol, les eaux d'égout d'une ville de l'importance de Chester, dont l'agglomération urbaine et rurale représente 50 000 habitants.

En quelque temps et en quelque lieu qu'il s'agisse d'installer l'épuration du sewage par les champs d'irrigation, il y a obligation, conformément aux prescriptions de la loi, de consacrer à l'épuration par le sol une surface minimum d'un acre (0 h. 405) par cent cinquante habitants, soit environ 27 ares par cent habitants. A cette superficie, il faut ajouter celle que nécessite la création de chemins, canaux, embranchements, bâtiments de ferme, etc.

Le major Tulloch estime qu'à Chester, comptant comme nous venons de le dire, avec le district rural qui lui est rattaché pour le traitement du sewage,

Bien que, dit-il, dans les fermes à sewage bien dirigées il se produise rarement, de leur chef, des causes d'insalubrité pour leur voisinage, il n'est pas douteux qu'à certains moments on n'ait eu à s'en plaindre, à une très grande distance même des irrigations. Dans certaines conditions atmosphériques et dans divers cas, on ne peut les prévenir. La terre est souvent sursaturée et corrompue (sick) par le sewage et lorsque cela se produit, il se dégage du sol une puanteur insupportable qui se propage rapidement par le vent dans l'atmosphère. Il serait absolument impossible de préserver les deux hôpitaux de cette abominable incommodité, leurs bâtiments se trouvant situés juste au milieu de la ferme de sewage : les hôpitaux seraient alors tout à fait inaptes à remplir le but en vue duquel ils ont été érigés, et la réalisation du projet entraînerait une grande réprobation dans la ville de Chester, de la part des familles des malades soignés dans des locaux situés dans des conditions aussi insalubres.

Il serait tout à fait impossible d'établir une ferme à sewage dans le voisinage d'une population nombreuse, sans que le public saisis la presse de ses plaintes sur l'insalubrité d'une semblable installation.

Les plaintes seraient plus ou moins raisonnables et justifiées, mais il suffirait qu'il s'en produisît pour jeter le discrédit sur cette installation.

Établir une ferme à sewage d'une surface de 160 hectares environ, confinant à Chester, est une proposition des plus graves et je manquerais, dit M. Tulloch, à mon devoir, en ne vous donnant pas (au Conseil de la Ville) un avertissement à ce sujet, puis il ajoute : bien plus, même en supposant qu'on crée cette ferme, il est certain, si l'on tient compte des signes du temps et de l'opinion générale actuelle sur la question, il est certain, dis-je, qu'après avoir fait toutes les dépenses nécessaires pour cette création, la ferme à sewage devrait être abandonnée, comme cela a lieu dans beaucoup d'autres villes qui ont dû renoncer à appliquer l'épandage sur le sol, pour adopter d'autres procédés de purification. Bien que le public ignore presque complètement ce fait, il n'en est pas moins vrai qu'il y a aujourd'hui à peine une ville ou un district, etc., sur dix, qui utilise le terrain acheté en vue de l'épandage. On a acheté le terrain parce qu'on a été obligé de le faire (loi de 1863), mais il reste parfaitement inutilisé au point de vue de la purification du sewage.

Il serait facile de multiplier les citations à l'appui de l'opinion du major Tulloch qui est d'ailleurs, ainsi que j'ai pu le constater, celle de tous les hygiénistes auxquels est confiée, en Angleterre, la surveillance officielle du service des eaux, au double point de vue de l'alimentation et de la protection des rivières et des fleuves, contre la contamination résultant du sewage. La question paraît jugée définitivement chez nos voisins et l'on ne pourrait plus, je crois, citer d'exemple récent de création de ferme à sewage et, moins encore, de projets à l'étude dans cette direction.

Ce n'est que dans des cas très rares, là où existent des terrains sableux, que l'on ne peut pas utiliser autrement, qu'on applique encore l'épandage sur le sol. Toutes les grandes cités l'ont abandonné.

II. — PROCÉDÉS ARTIFICIELS D'ÉPURATION DU SEWAGE

Ces procédés peuvent être rangés en deux catégories :

1^o Précipitation, par divers agents, des impuretés du sewage ;

2^o Épuration par voie bactériologique.

Les procédés du second groupe se classent sous les rubriques suivantes :

1^o Procédé anaérobique (septic Tanks) putréfaction. (Système Cameron.)

2^o Procédés de contact (contact Beds). (Système Dibbin.)

3^o Procédé aérobique, lits d'oxydation. (Système Franck-Candy.)

Ce dernier système, avec toutes les améliorations qu'a apportées M. F. Candy aux procédés aérobiques employés avant lui, repose essentiellement sur l'emploi, dans le lit oxydant, d'une matière douée de propriétés très curieuses, le Carbo-ferrite, sesquioxyde de fer, obtenu par un traitement spécial du carbonate de fer natif, combiné avec le déversement automatique et intermittent du sewage sur le lit oxydant par un tourniquet hydraulique d'une construction très ingénieuse, auquel nous conserverons le nom de Sprinkler, sous lequel il est connu en Angleterre. (Voir page 78 la description du Sprinkler.)

Examinons successivement ces divers systèmes.

I. — *Procédé de précipitation.* — On a expérimenté en Angleterre, en France, en Allemagne, etc., depuis plus d'un demi-siècle, l'emploi de différentes substances, en vue de l'épuration, par précipitation, des impuretés des eaux d'égout (chaux, sels d'alumine, de fer, etc.). Les résultats ont été généralement mauvais : ils se sont montrés, à la fois, insuffisants au point de vue de l'épuration et très onéreux dans l'application.

A leur arrivée dans les usines d'épuration, les eaux d'égout reçoivent un mélange de corps dits précipitants : chaux, sulfate d'alumine, etc., puis on les conduit dans de vastes bassins où elles séjournent pendant plusieurs heures. Durant ce repos, toutes les matières en suspension, les impuretés minérales, sable, terre, etc., ainsi que les matières organiques solides, se précipitent au fond des réservoirs. On obtient ainsi un liquide plus ou moins clair qui est déversé sur les champs d'irrigation, avant de s'écouler dans les cours d'eau voisins.

Si ce procédé produit une épuration assez notable des eaux, il présente le grave inconvénient d'occasionner des frais considérables pour l'achat des matériaux précipitants et pour l'enlèvement d'une masse énorme de dépôts formés

dans les bassins à précipitation. Comme cette masse de boue peut rarement être utilisée, comme fumure, à l'état pâteux sous lequel elle se présente, il faut presque toujours la comprimer à l'aide de presses, opération très coûteuse. Quelques chiffres résultant de l'ancienne exploitation de Reigate en donneront une idée.

Les installations de Reigate dans le Surrey, à 28 kilomètres au Sud de Londres, sur la route de Brighton, embrassent les communes de Reigate, Redhill, Earlswood, Meadwale et Southpart (au total, 20 000 habitants); à ce chiffre, il faut ajouter celui de la population d'un grand asile d'aliénés, soit 1 000 habitants environ, celle d'un orphelinat et d'une prison (workhouse), etc., ce qui porte la population du groupe de Reigate à 30 000 âmes.

Le volume total des eaux d'égout s'élève (dans les temps secs) à 5 450 mètres cubes par 24 heures. Ces eaux sont fortement contaminées par les liquides résiduels d'industries provenant de deux brasseries et d'une grande tannerie qui les colorent fréquemment en rouge brun.

Autrefois, le sewage était déversé directement sur des champs d'irrigation, après avoir subi une simple épuration mécanique : au début, le résultat de l'épuration fut très satisfaisant, mais peu à peu l'effluent du champ d'épuration devint de plus en plus mauvais et putride, par la raison que les surfaces épurantes étaient trop faibles, bien que des acquisitions successives en aient plus que doublé l'étendue. Au début 20 h. 25, puis 48 h. 60 (1).

En 1893, on installa l'épuration par précipitation avec la chaux, précédant l'épandage sur le champ. Ce procédé ne donna pas davantage de résultats satisfaisants et occasionna aux communes des charges très lourdes pour l'achat des matières employées pour la précipitation et pour l'installation de presses destinées à la compression de la vase. On faisait, par semaine, 70 à 80 tonnes de tourteaux qu'on vendait au printemps et à l'automne aux cultivateurs qui ne connaissaient pas cet amendement. Le prix de vente était de 1 shelling (1 fr. 25) par voiture d'une tonne et demie environ, tandis que les frais de préparation de ces gâteaux s'élevaient à 3 ou 4 shillings (3 fr. 75 à 5 fr.). En été, ces tourteaux ne se vendaient pas et demeuraient en tas à l'usine, répandant des odeurs peu agréables.

Ces mécomptes donnèrent à réfléchir au Conseil municipal du district et, dans le but d'y remédier, on entreprit des expériences de purification par voie bactériologique, dont nous parlerons plus loin.

1/ D'après la règle prescrite par les Acts sanitaires, la surface correspondant à une population de 30 000 habitants aurait dû être de 81 hectares. On dut renoncer à l'épandage sur le sol.

III. — ÉPURATION PAR VOIE BACTÉRIOLOGIQUE

Les différents modes de ce système ont eu, pour point de départ, l'abandon du traitement par les agents de précipitation. Dans ces procédés, les matières organiques en suspension dans les eaux d'égout sont liquéfiées et décomposées par l'intermédiaire des bactéries, bacilles, etc., existant dans le sewage brut.

Les diverses applications de ce système ne diffèrent entre elles que par le mode d'action des bactéries dans la destruction des substances organiques. D'après la nature des phénomènes qu'ils produisent en mettant en jeu les procédés d'épuration bactériologique, ils se rattachent à l'une des trois catégories indiquées plus haut : fosses anaérobiques (septic tanks), lits de contact, lits aérobiques (1).

Jetons un coup d'œil sur le principe de ces divers modes de purification dont nous ferons connaître plus loin l'application dans quelques-unes des installations que nous avons visitées.

A. — *Procédé anaérobique (Septic Tanks)* (Donald Cameron, 1895).

Les eaux d'égout, à leur arrivée à l'usine, sont abandonnées pendant 24 heures dans un espace clos et rigoureusement soustraites au contact de l'air.

Les bactéries anaérobiques se développent prodigieusement dans le liquide; elles désagrègent, décomposent et liquéfient les matières organiques solides du sewage, tandis que les impuretés minérales se déposent. De là, on conduisait autrefois l'effluent dans les rivières parce qu'on le croyait suffisamment épuré, mais on découvrit bientôt que le liquide était dangereux et qu'il fallait le traiter, soit par épandage sur le sol, soit sur des lits d'oxydation, formés de graviers, de briques concassées, de coke, de machefer, etc. Dans son passage à travers ces lits, les matières organiques s'oxydent, et une partie notable de l'ammoniaque et de l'azote organique se transforme en nitrates, mais l'effluent renferme encore un nombre énorme de bactéries, ce qui nécessite généralement le déversement du sewage, partiellement épuré, sur les champs d'irrigation, avant de le laisser s'écouler dans les cours d'eaux.

Le procédé anaérobique a l'inconvénient de nécessiter de très vastes bassins, le sewage devant y séjourner au moins vingt-quatre heures. En été, ces résér-

(1) Au point de vue de leur mode de nutrition, on distingue, comme on le sait, deux classes de microbes : les anaérobies qui vivent, à l'abri de l'air, des matières organiques qu'ils décomposent pour s'en nourrir et les aérobies qui empruntent exclusivement à l'air l'oxygène qui leur est nécessaire. Il existe en outre certains microbes qui sont tantôt anaérobies, tantôt aérobies.

voirs répandent des odeurs insupportables (1); de plus, un seul traitement par les lits d'oxydation ordinaires est insuffisant pour purifier complètement les eaux sortant des septic Tanks.

B. — *Procédé de contact, « Contact Beds »* (Dibbin).

Ce système élimine partiellement les inconvénients du précédent. Voici en quoi il consiste essentiellement :

Après qu'on les a séparées de leurs impuretés minérales, comme précédemment, les eaux d'égout arrivent dans de vastes réservoirs à ciel ouvert, remplis de graviers, machefer, coke, etc., où elles séjournent dix à douze heures.

Dans ce temps, les éléments organiques solides sont liquéfiés et décomposés. La valve de décharge, placée à la base du lit, reste fermée : l'air n'a donc de contact qu'avec la couche supérieure du liquide. Quand on juge que le contact a été suffisamment prolongé, ce qui dépend de la composition du sewage, on ouvre la valve d'éluction et on envoie le liquide sur un lit d'oxydation. Après la vidange du premier réservoir, on laisse les matériaux qui le remplissent exposés à l'air pendant six à huit heures, avant d'y introduire une nouvelle quantité de sewage. La capacité d'oxydation des matériaux filtrants se renouvelle au contact de l'atmosphère, ce qui s'oppose au dégagement d'odeurs fétides.

Après un séjour de 12 heures dans le lit d'oxydation, on soutire le liquide qui est assez limpide, mais qui cependant doit encore passer par le champ d'épuration, à raison du nombre considérable de bactéries qu'il renferme.

Le procédé des *Contact Beds* a, comme le premier (*Septic Tanks*), l'inconvénient de nécessiter de très grands réservoirs, bien que de moindres dimensions que dans le cas précédent.

Le principe de l'action des lits de contact et des lits d'oxydation énoncé à la page précédente est le même. Tous deux fonctionnent par les bactéries qui dévorent la matière organique du sewage, mais ils présentent une différence essentielle, de la plus grande importance au point de vue hygiénique et tout en faveur de l'action des lits aérobiques des divers systèmes. Cette différence réside dans la nature des bactéries qui détruisent la matière organique. Tandis que les bactéries des lits aérobiques ne vivent qu'au contact de l'air et manifestent toute leur activité sous l'influence de l'oxygène, les bactéries des *Septic Tanks* et des lits de contact appartiennent au groupe des organismes anaérobies qui pullulent et, au mieux, dans l'eau, à l'abri du contact de l'air et dont la fonction consiste principalement à opérer la désagrégation et la liquéfaction des masses

(1) La décomposition des matières organiques par les microbes anaérobies donne naissance à un dégagement de gaz infects (mélange de gaz des marais, d'ammoniaque, d'hydrogène sulfuré, etc.).

organiques qu'elles préparent à subir l'action épurante des lits aérobiques. L'effluent des lits de contact renferme presque autant de germes (pathogènes et autres) et quelquefois davantage que le sewage brut. L'effluent des lits aérobiques, au contraire, est presque complètement débarrassé des bactéries ordinaires, et *entièrement* des micro-organismes pathogènes.

On peut juger la supériorité des lits aérobiques du système Candy — carboferrite et égoutage intermittent (Sprinkler) — sur les lits de contact (voir page 87), par les analyses bactériologiques comparatives que le docteur Griffith, membre de la Société royale de Londres, a faites du sewage brut de Redhill (Reigate), de l'effluent des lits aérobiques du système F. Candy.

Voici quelques chiffres tout à fait démonstratifs à ce sujet : chacun d'eux représente la moyenne des résultats de trois examens bactériologiques :

Nombre moyen de bactéries, par centimètre cube d'eau.

1. — Sewage brut : 8 933 333. Présence du Bacille Coli et du Bacille d'Eberth (typhique).

2. — Effluent du premier lit : 1 433 333. Bactéries ordinaires et Bacille Coli.

Par rapport au sewage brut, la purification bactériologique est de 84 p. 100.

3. — Effluent du carboferrite sprinkler : 44 333. Ne renferme plus que les bactéries ordinaires inoffensives de l'eau : il n'y a plus de Bacilles Coli.

Purification 99,45 p. 100.

Conclusion du Dr Griffith : l'effluent Candy est 200 fois plus pur que le sewage brut.

D. — Procédé aérobique (système Candy).

Nous avons étudié particulièrement ce procédé en deux endroits :

1° A Uxbridge, où il fonctionne avec un seul lit d'oxydation, le sewage étant au sortir de ce lit déversé directement dans le cours d'eau qui traverse la ville ;

2° A Darley-Abbey, où l'installation comporte une double épuration. Nous décrirons plus loin ces deux installations, nous arrêtant seulement pour le moment à la description du procédé en lui-même.

Dans le système F. Candy, les eaux résiduaires arrivent après qu'on les a débarrassées, à l'aide d'un grillage, des impuretés flottantes (bouchons, papier, fragments de bois) dans une chambre à vase. Elles séjournent dans cette chambre environ une demi-heure, temps suffisant pour que les matières minérales (sable, etc.) en suspension se déposent en très grande partie. Suivant les conditions locales, la forme de ces chambres varie (verticales, horizontales).

Les eaux dépouillées de la plus grande partie de leurs impuretés minérales se déversent automatiquement dans des bassins de dégrossissage dits *préparateurs*. Ces bassins peuvent affecter différentes formes : ils sont de préférence circulaires et doivent avoir une certaine profondeur. Dans ces *préparateurs*, les eaux séjournent trois à quatre heures ; durant ce temps, le reste des matériaux en suspension se dépose.

Un appareil spécial sert à favoriser ce dépôt et à l'enlever automatiquement, sans qu'il faille vider le préparateur et sans occasionner de trouble dans la marche des opérations.

Par le séjour des eaux dans le préparateur, non seulement les impuretés minérales sont éliminées, mais la matière organique est désagrégée et liquéfiée, sous l'influence des innombrables micro-organismes (bactéries) contenus dans les eaux.

Les eaux sortant du préparateur sont assez claires ; on les conduit dans le premier appareil d'épuration qu'on nomme lits primaires d'oxydation.

Ces premiers lits sont des réservoirs de formes variées (rectangulaires, carrées ou circulaires) (voir figures 1 et 2), d'une profondeur ou épaisseur variant de 1^m,50 jusqu'à 2^m,50. Ils sont remplis de matériaux divers ; petits fragments de briques concassées, coke, machefer et autres substances analogues, disposées généralement en couches d'après leur grosseur, sur une épaisseur de 1^m,07.

L'eau est distribuée par en haut, à la surface des lits, d'une façon absolument régulière par le *sprinkler* (sorte de tourniquet hydraulique).

DESCRIPTION DU SPRINKLER CANDY-WITTAKER

La distribution de l'eau d'égout sur les lits d'oxydation se fait au moyen du tourniquet hydraulique qu'on nomme *sprinkler*, terme qui, littéralement, signifie goupillon, arrosoir, etc.

M. F. Candy est l'inventeur du *sprinkler* ; quelques années plus tard, M. Wittaker a apporté certaines améliorations à sa construction : c'est pourquoi on donne aujourd'hui en Angleterre, à cet appareil, le nom de Candy-Wittaker *Sprinkler*.

L'appareil consiste essentiellement en deux tubes en laiton horizontaux, à deux bras, longs de 12 à 30 mètres, suivant les cas. Ces tubes sont percés d'un côté, de distance en distance, de petits trous de 6 millimètres de diamètre, disposés latéralement en sens inverse, sur les bras du tube, afin que l'eau arrivant par la partie centrale qui réunit les deux tubes placés en croix, provoque, par son écoulement, le mouvement rotatif de l'appareil. La vitesse du mouvement circulaire varie : elle est le plus fréquemment de 0^m,25 à la seconde.

Chaque sprinkler tourne pendant une, deux ou trois minutes, suivant les conditions locales de l'installation; puis il s'arrête automatiquement pendant un temps double et reprend, toujours automatiquement, son mouvement de rotation. L'interruption se produit par l'action d'une soupape qui, s'ouvrant et se fermant à des intervalles fixes qu'on peut régler à volonté, suspend ou ramène l'écoulement de l'eau dans le petit réservoir qui forme la tête du sprinkler. Ce réglage se fait automatiquement par un dispositif ingénieux imaginé par F. Candy.

Le sprinkler fonctionne avec une très faible chute d'eau dans son réservoir supérieur : 25 à 30 centimètres de différence de niveau entre la rigole d'amenée de l'eau d'égout et le sommet du sprinkler suffisent. La longueur des bras du sprinkler, l'espacement et le nombre des trous qu'ils portent, le jeu de l'interrupteur automatique du mouvement de rotation sont autant de conditions dont dépend le volume d'eau distribué à la surface des lits, conditions qu'il est aisé, par conséquent, de faire varier suivant les besoins de l'installation.

En général, les sprinklers sont réglés pour distribuer sur les lits 1 à 3 mètres cube d'eau en vingt-quatre heures, par mètre carré de surface du lit. L'eau tombe du sprinkler sur le lit d'une hauteur d'environ 15 centimètres.

Ce système diffère essentiellement des autres procédés de déversement, en ce que les sprinklers ne fonctionnent pas d'une façon continue, mais intermittente. Lorsque les tourniquets ont travaillé pendant deux minutes, ils s'arrêtent automatiquement pendant un temps double, soit 4 minutes, puis se remettent en marche, automatiquement encore. La couche d'eau, déversée pendant deux minutes à la surface, descend lentement à travers les matériaux du lit et les principes organiques qu'elle renferme se détruisent par l'oxydation.

La descente de l'eau à travers les couches du lit provoque, surtout pendant l'arrêt des tourniquets, une aspiration (un vide) qui oblige l'air atmosphérique à pénétrer dans l'intérieur de la masse. Il se produit donc, à de courts intervalles, une ventilation des matériaux de remplissage (mâchefer, graviers) qui a pour résultat un nouvel approvisionnement en oxygène.

L'épuration mécanique qui s'est opérée dans la chambre et dans les préparateurs s'oppose au colmatage des matériaux du lit et leur assure une longue durée de fonctionnement (1).

Le mouvement de rotation des sprinklers et l'interruption de ce mouvement se font automatiquement à l'aide d'une construction très ingénieuse. Le mouvement de rotation est provoqué par la chute de l'eau qui accède à l'appareil.

En règle générale une pression (chute d'eau) de 0^m,30 suffit pour actionner les sprinklers des plus grands diamètres (25 à 30 mètres).

(1) La figure 1 (page 88) représente un lit à carboferrite qui a fonctionné sans interruption nuit et jour depuis quatre ans et auquel on n'a pas été obligé de toucher, son efficacité étant demeurée constante.

Au sortir du premier lit à sprinkler, l'eau est limpide et dépouillée de la plus grande partie des combinaisons organiques qu'elle contenait, mais elle renferme souvent encore un grand nombre de bactéries et autres micro-organismes.

Elle se rend, pour quelque temps, dans des réservoirs où se déposent les produits d'oxydation provenant du premier lit. Les dépôts sont enlevés automatiquement comme dans les préparateurs.

LITS AÉROBIQUES A CARBOFERRITE

De ces réservoirs l'effluent se rend sur les lits d'oxydation à carboferrite (fig. 1, 2 et 3 et suivantes).

Ceux-ci sont de mêmes dimensions que les premiers lits, mais ils présentent avec eux cette différence qu'au centre des couches des différents matériaux, se trouve interposé un lit de carboferrite de 20 à 30 centimètres d'épaisseur.

Composition du carboferrite.

	Analyse de Naylor. p. 100	Analyse de Roehling. p. 100	Analyse de Koenig. p. 100
Peroxyde de fer et oxyde } magnétique. }	54,52	{ 53,93 19,19	16,95
Protoxyde de fer.	»	7,25	0,85
Alumine.	6,24	»	16,43
Chaux.	0,98	1,43	»
Magnésie.	7,24	»	5,08
Silice	24,92	15,16	6,70
Charbon.	»	1,80	24,09
Eau.	6,13	1,44	»
			0,57

Le carboferrite préparé par la calcination de carbonate de fer naturel soumis à un traitement particulier est une substance très poreuse et qui a la propriété, à un haut degré, de condenser l'oxygène à sa surface.

L'effluent des premiers lits est distribué régulièrement par les sprinklers (de dimensions variables) que je viens de décrire à la surface des lits à carboferrite, avec les intermittences indiquées plus haut. Ces seconds lits fonctionnent, en tous points, comme les premiers : l'eau descend par son propre poids à travers la couche de carboferrite. L'aération intense et continue de la masse du lit a pour résultat la destruction, par oxydation, des matières organiques qui avaient échappé au premier passage à travers la couche filtrante ; cette oxydation est très notablement augmentée par l'action du carboferrite. Par l'apport considérable d'oxygène dû à cette substance, les bactéries anaérobies sont entièrement anéanties. Il en résulte, en même temps, une prolifération de nouveaux micro-organismes aérobie qui ne peuvent vivre qu'en présence d'oxygène.

L'eau d'égout, au sortir des lits à carboferrite, se réunit dans un dernier

réceptient où se déposent les produits de l'oxydation dans le lit de carboferrite, entraînés par les eaux. Le dépôt est évacué automatiquement par un tube perforé, sans que la marche des opérations soit en rien troublée.

L'effluent, au sortir de ce réservoir, est inodore, incolore et n'a aucune tendance à la putréfaction. Il ne renferme plus que $1/2$ p. 100 du nombre des bactéries existant dans le sewage; les matières organiques ont été réduites de 90 p. 100. Les microbes pathogènes ont été détruits.

Ces effluents peuvent, sans aucune crainte, être déversés directement dans les cours d'eau; il est superflu de les conduire sur le champ d'irrigation, car ils répondent, par leur pureté, à toutes les exigences de l'hygiène.

Dans les installations que nous venons de décrire, l'eau d'égout reçoit, on l'a vu, un traitement double; elle passe une fois par les lits préparateurs, une seconde fois par les lits à carboferrite. L'épuration est si complète, l'effluent obtenu est si pur qu'il peut être employé industriellement (alimentation de chaudières, blanchissage, etc.). Il arrive même que les ouvriers l'utilisent en boisson, sans qu'aucun accident ou trouble n'en résulte. (Voir Darley-Abbey.)

Il est des cas où un seul traitement peut suffire; on laisse alors les premiers lits de côté et on conduit directement les eaux sur les lits à carboferrite comme cela a lieu à Uxbridge (voir page 90). Le traitement simple est indiqué lorsqu'on ne dispose pas d'une chute suffisante pour le passage de l'effluent d'un lit à l'autre, par gravitation, ou lorsque le sewage épuré doit être déversé dans la mer, ou conduit sur un champ d'irrigation, ce qui rend inutile une épuration plus complète.

IV. — INSTALLATION D'ÉPURATION DU SEWAGE A REIGATE

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES TROIS SYSTÈMES : SEPTIC TANKS —
LITS DE CONTACT DIBBIN — LITS D'OXYDATION A CARBOFERRITE ET SPRINKLERS

L'installation des premiers essais du système Candy, à Reigate, remonte à 1899.

Ces essais furent organisés à la suite des insuccès successifs d'épuration directe par le sol, puis par les procédés de précipitation dont j'ai parlé plus haut.

Ces essais ont été institués en vue de l'épuration de 20 000 gallons ($90\text{m}^3,8$) d'eau d'égout, par 24 heures. L'installation consistait en un bassin de dégrossissage et deux lits d'oxydation dont l'un était formé de débris de briques et de coke, l'autre de coke, avec interposition d'une couche de carboferrite; ce dernier lit était muni du sprinkler précédemment décrit.

Le premier lit (de préparation) fonctionnait en même temps comme lit anaérobique; il était fermé à sa partie supérieure par une chappe de terre et con-

stamment tenu rempli de sewage, de sorte que l'air ne pouvait avoir aucun accès dans les pores du lit. Ce lit travaillait sans discontinuité avec une vitesse de filtration variable, comprise entre 1 344 et 3 796 litres par mètre carré, en vingt-quatre heures. La dose la plus faible (1 344 litres) se montra la meilleure.

Les résultats fournis par l'action des microbes anaérobies furent satisfaisants, au point de vue de la décomposition des matières solides du sewage. Celles-ci étaient décomposées et liquéfiées ; les résidus tanniques, très abondants dans le sewage de Reigate, étaient convenablement éliminés ; l'effluent du lit anaérobique était légèrement coloré en jaune, assez limpide, mais il avait une odeur putride désagréable.

Après avoir fonctionné pendant neuf mois, le lit anaérobique fut découvert, par l'enlèvement de la chappe de terre et transformé ainsi en un lit de contact Dibbin ; à part de rares exceptions, l'effluent de ce lit de contact ne dégageait pas de gaz odorants. En revanche, le degré d'épuration obtenu par le lit de contact était moindre que celui qu'on avait obtenu dans le lit anaérobique. Même après un repos de six heures (en vidange) le lit de contact n'éliminait pas les matières tannantes.

Après quatre mois de marche de ce lit de contact, on installa à sa surface un sprinkler : avec cette adjonction, il fonctionna d'une façon ininterrompue jusqu'en 1901.

L'action du sprinkler a été des plus remarquables ; non seulement on obtint un affluent complètement inodore, mais encore le tannin fut entièrement détruit, rien que par le passage de l'eau d'égout à travers ce premier lit.

A la suite de ces résultats remarquables, la Municipalité de Reigate décida, le 29 mars 1901, de faire une installation complète du système F. Candy.

Le premier lit est quadrangulaire : il mesure 6^m,40 de côté et 1^m,22 de profondeur (épaisseur). La surface filtrante est circulaire, puisque le lit est muni d'un sprinkler : elle est de 31^m,8 carrés.

Ce lit est formé de couches de sable, de gravier, de briques concassées et de coke. L'effluent s'écoule d'une façon continue et se rassemble dans des rigoles revêtues de briques, aboutissant à un canal collecteur. De ce canal, il se rend dans une seconde rigole, à parois verticales, divisée en deux compartiments où se déposent les débris de matériaux entraînés (1).

Au sortir du premier lit, l'effluent s'écoule par gravitation dans un canal d'où il se rend, toujours par gravitation, au lit d'oxydation à carboferrite.

Ce lit est circulaire (V. fig. 3 Darley Abbey) : il a 7^m,30 de diamètre et une épaisseur de 1^m,50. Sa surface est de 41^m²,80. A sa base, des drains percés de trous amènent l'effluent dans une rigole collectrice, d'où il s'écoule dans le canal

(1) La présence de ce dépôt a montré qu'il ne faut pas recourir, pour constituer les lits, à des matériaux trop tendres ou trop ténus.

collecteur principal : il traverse une chambre dite de revision, où se déposent les quelques rares matières solides entraînées.

Par le fonctionnement automatique des sprinklers, l'effluent du premier lit qui se rassemble en 6 minutes, arrive en 2 minutes sur le lit à carboferrite.

Les sprinklers travaillent pendant deux minutes et se reposent pendant quatre. Les lits filtrants fonctionnent sans interruption, nuit et jour. L'aération s'y renouvelle, sans qu'on interrompe le travail. Ils peuvent épurer en vingt-quatre heures 500 gallons (2712 litres), par mètre carré de surface du lit, tandis que les lits de contact Dibbin, n'ayant qu'une vitesse de filtration de 100 gallons par yard carré, ne peuvent travailler que 542 litres par mètre carré, en vingt-quatre heures.

Depuis son installation à Reigate (1901) le système n'a jamais donné lieu à aucun trouble dans l'exploitation; ni la gelée, ni la neige n'ont nui à son fonctionnement. A une température de 0°, l'effluent de chaque lit n'a perdu que 0°,55 de sa température propre qui est de 11° à 12° centigrades. En 1902, on a recouvert le lit de préparation d'une couche de coke de 20 centimètres d'épaisseur, parce que, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, la couche superficielle de briques concassées se désagrégeait trop vite. Les autres matériaux du lit n'ont pas été modifiés depuis 4 années. Il n'est pas question jusqu'ici de l'envasement des matériaux. (Voir le rapport du docteur Thresh à la fin de ce chapitre.)

L'effluent du lit de carboferrite est demeuré constamment limpide; la transformation en lit à sprinkler du lit de préparation a été des plus favorables à l'exploitation, ce qui est naturel, et l'effluent de ce lit est beaucoup meilleur qu'il n'était du temps du lit anaérobique et du lit de contact Dibbin.

La valeur comparative des trois procédés, au point de vue de leur action purificatrice des eaux d'égout, résulte des nombreuses analyses dont les résultats moyens sont consignés dans le tableau suivant :

TABLEAU I

ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT A REIGATE.
RÉSULTATS COMPARATIFS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

Quantités exprimées en milligrammes, par litre d'eau

Teneur en azote et oxydabilité (1).	Eaux d'égout brutes.	Effluents du lit préparatoire.	Effluents du lit à carboferrite.
1. — Dispositif : lit préparatoire utilisé comme lit anaérobique.			
Ammoniaque libre.	73,4	51,65	19,8
Ammoniaque organique combinée.	42,0	5,61	1,92
Oxydabilité mesurée par l'absorption d'oxygène en 15 minutes.	48,763	22,394	5,0928

(1) L'indication des quantités d'oxygène qu'absorbent les effluents des divers systèmes est très importante, la consommation d'oxygène étant en raison inverse de la pureté des eaux et

2. — *Dispositif : lit contact Dibbin exploité comme lit de préparation.*

	Nombres moyens d'octobre à novembre 1889.		
Ammoniaque libre.	69,6	53,7	9,7
Ammoniaque organique combinée.	12,8	3,6	1,95
Oxydabilité mesurée par l'absorption d'oxygène en 15 minutes.	46,046	23,595	4,7905

3. — *Dispositif : lit préparatoire et lit à carboferrite, tous deux pourvus de Sprinklers.*

	Nombres moyens de janvier à décembre 1900.		
Ammoniaque libre.	66,2	18,6	1,51
Ammoniaque organique combinée.	11,2	2,7	0,78
Oxydabilité mesurée par l'absorption d'oxygène en 15 minutes.	45,045	6,7925	3,718

TABLEAU II

ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT A REIGATE
RÉSULTATS COMPARATIFS DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS

	Purification appréciée en pour 100.		
	Lit anaérobique comparé à l'eau brute.	Lit de contact comparé au lit préparatoire.	Lit à Sprinklers épurateur par rapport à l'eau brute.
<i>Réduction en pour 100.</i>			
	Nombres moyens de mars à août 1899.		
Ammoniaque libre.	30	43	73
Ammoniaque combinée.	53,25	30,25	85,5
Diminution de l'oxydabilité.	53,7	33,7	89,4
<i>Réduction en pour 100.</i>			
	Nombres moyens d'octobre et novembre 1899.		
Ammoniaque libre.	22,9	68,2	86
Ammoniaque combinée.	56,3	28,5	84,8
Diminution de l'oxydabilité.	49	41	90
<i>Réduction en pour 100.</i>			
	Nombres moyens des mois de janvier à décembre 1900.		
Ammoniaque libre.	71,9	25,8	97,7
Ammoniaque combinée.	75,9	97,1	93
Diminution de l'oxydabilité.	85	6,7	97,7

Le tableau II qui exprime, en pour cent, le degré d'épuration obtenu par chacun des trois systèmes est particulièrement instructif.

Pour permettre une comparaison plus facile de ces chiffres, nous les groupons à nouveau ci-contre :

en raison directe des quantités de matières organiques (azotées notamment) qu'elles renferment.

Le degré d'épuration des lits de préparation a été :

	Lit anaérobique. P. 100	Lit de contact Dibbin. P. 100	Lits à carboferrite et Sprinkler. P. 100
Pour l'ammoniaque libre.	30	22,9	71,9
— combinée.	55,25	56,3	75,9
Pour l'abaissement de l'oxydabilité.	53,7	49,0	85,0

Pour le traitement d'eaux d'égout qui n'ont, durant les expériences, présenté que de très faibles variations dans leur composition, le lit à carboferrite Sprinkler l'a donc emporté de beaucoup sur le lit anaérobique et sur le lit de contact Dibbin.

Les expériences et l'analyse des effluents de Reigate faite par MM. D. Kenwood et D. Butler, de l'University College de Londres ont montré, en outre, que l'effluent des lits anaérobiques ne renferme pas d'oxygène en dissolution, tandis que l'effluent du sprinkler en contient de 4^{mg},5 à 7^{mg},5 par litre. La valve d'éluction des sprinkler Beds étant *fermée*, et le lit aussitôt rempli par le sprinkler et maintenu plein pendant deux heures, l'effluent, à sa sortie, renfermait au plus, un milligramme d'oxygène en dissolution, quantité à peu près identique à celle qu'on constatait dans l'effluent du lit alimenté sans le concours du sprinkler. La teneur élevée en oxygène de l'effluent du lit à sprinkler est donc uniquement due à l'influence de l'appareil. D'après Kenwood et Butler, cela s'expliquerait ainsi. Par le sprinkler, l'eau contaminée qui, dans sa chute sur le lit, s'empare déjà d'une quantité non négligeable d'oxygène, tombe à la surface, en couches minces, en forme de spirale. Cette eau entourée d'air, en quelque sorte, pénètre lentement dans le lit, en couches spiraliformes pendant le repos du sprinkler; elle absorbe alors de l'oxygène : de la sorte, chaque couche de liquide est non seulement entourée d'air, mais séparée des couches les plus proches qui arrivent de nouveau sur le lit, par une couche d'air, condition qui favorise d'une manière surprenante la pénétration complète de l'oxygène dans le lit. Cela explique pourquoi on trouve fréquemment dans l'effluent du sprinkler autant d'oxygène dissous que dans une bonne eau ordinaire.

Les faits constatés par le docteur Griffith, dans l'étude bactériologique qu'il a faite du sewage et des effluents de Reigate, présentent un intérêt capital. (Voir page 77.) M. Griffith a constaté, nous l'avons vu, l'absence constante des bactéries qui vivent dans le tube digestif de l'homme, notamment du *Bacillus Coli*, dans l'effluent du lit à carboferrite qui ne contient plus qu'un nombre relativement très faible de bactéries (44 333 par centimètre cube), appartenant toutes, sauf quelques rares espèces liquéfiantes, aux bactéries ordinaires de l'eau potable.

Il faut aussi noter, à titre de comparaison, que les lits à contact ordinaires

n'agissent pas sensiblement sur la teneur des bactéries des eaux d'égout, ainsi que le montrent les analyses bactériologiques des professeurs Franck Clower et Houston de l'effluent des lits à coke de Crossness :

EXAMEN DES EFFLUENTS DE LITS DE CONTACT A COKE, DE 3,90 MÈTRES D'ÉPAISSEUR
A CROSSNESS

a) *Nombre total de bactéries, par cent. cube (gélatine à 20° centigrades).*

Dates.		Sewage brut de Crossness.	Effluent du lit à coke de 4 mèt. d'épaisseur.
22 mars	1899	5 000 000	2 000 000
11 mai	—	4 600 000	3 000 000
5 juillet	—	7 200 000	16 000 000
2 août	—	4 110 000	8 000 000
1 ^{er} septembre	—	2 240 000	1 940 000
7	—	3 910 000	1 490 000
15	—	11 170 000	5 040 000
19	—	3 560 000	6 750 000
27	—	5 000 000	4 100 000
4 octobre	—	4 500 000	5 520 000

Les nombres moyens de microbes dans le sewage brut et dans l'effluent du lit de coke de 3^m,90 sont respectivement 5 711 000 et 5 364 000 par centimètre cube. Il n'y a donc qu'une diminution de 6 p. 100 par le lit de contact. La raison de cette faible diminution moyenne est que le 5 juillet et le 2 août, l'effluent renfermait beaucoup plus de microbes que le sewage brut. Dans tous les autres échantillons, en général, l'effluent contenait moins de bactéries que le sewage.

Dans huit cas, la moyenne des microbes de l'effluent concordait, plus ou moins, avec celle des microbes du sewage. Cette relation n'a pas été constatée dans tous les cas. (La présence dans l'effluent d'un plus grand nombre de bactéries que n'en renfermait le sewage correspondant ne tiendrait-elle pas à l'entraînement par l'eau de microbes accumulés sur le coke? Les indications fournies, dans le travail de MM. Clower et Houston ne permettent pas de vérifier le bien fondé de cette hypothèse.)

La différence d'action des lits à coke et des lits aérobiques proprement dits repose sur ce que, dans le système des lits de contact, une faible partie du liquide se trouve en contact réel avec les matériaux d'oxydation, la plus grande partie des pores existants étant obturés par le liquide. Dans le lit à sprinkler, au contraire, chaque goutte d'eau arrive au contact réel des matériaux du lit, parce que l'eau, tombant goutte à goutte sur ces surfaces, les pores existant entre chaque fragment des matériaux sont remplis d'oxygène qui anéantit les bactéries de la putréfaction, et les germes pathogènes. Le système Candy (sprinkler carboferrite) agit donc, au point de vue bactériologique, beaucoup plus efficacement que les lits de contact.

MM. Clower et Houston ne se sont pas bornés à déterminer le nombre total des bactéries du sewage et de l'effluent des lits à coke ; ils ont recherché la proportion des bacilles pathogènes dans les deux liquides, voici le résultat de leurs déterminations :

Nombre de Bacilles coli ou formes diverses de microbes pathogènes, dans 1 cent. d'eau.

Dates.	Sewage de Crossness brut.	Effluents du lit à coke de 4 mètr. d'épaisseur,
27 mars —	100 000	100 000
11 mai —	700 000	700 000
5 juillet —	Aucun.	Aucun.
2 août —	900 000	400 000
1 ^{er} septembre —	400 000	200 000
7 — —	300 000	100 000
13 — —	500 000	900 000
19 — —	1 900 000	900 000
27 — —	500 000	300 000
4 octobre —	600 000	600 000

Ce tableau montre que, dans un seul cas, le nombre de Bacilles Coli a été plus considérable dans l'effluent du lit (à coke) que dans le sewage correspondant. Dans presque tous les autres cas, le sewage brut en renfermait davantage.

Bien que la moyenne des nombres de Bacilles Coli soit diminuée dans le passage par le lit à coke de 4 mètres d'épaisseur, il n'en est pas moins vrai que le nombre des microbes pathogènes dans les effluents est très considérable, dépassant, toujours, 100 000 par centimètre cube.

Le coke n'exerce donc pas une action marquée au point de vue de l'épuration bactériologique des eaux d'égout.

Comme conclusion à l'étude rapide que nous venons de faire de l'organisation du traitement du sewage à Reigate par le système au carboferrite, le rapport que le savant directeur des laboratoires d'hygiène de London's medical Hospital, M. le docteur Thresh, a bien voulu me remettre, me semble tout à fait intéressant à reproduire. Voici la traduction intégrale qu'il me paraît utile de joindre à cette partie de mon étude.

RAPPORT DU DOCTEUR J. C. THRESH SUR LA PURIFICATION DU SEWAGE PAR LES LITS D'OXYDATION AÉROBIQUES, ADRESSÉ AU COMITÉ D'HYGIÈNE DU CONSEIL DU COMITÉ D'ESSEX (1903).

L'inspecteur du Conseil du district de Loughton a soumis, en décembre 1902, à mon examen, un échantillon de l'effluent du sewage qu'il avait prélevé à Reigate, en visitant les installations d'Earlswood. Il me disait que si mon rapport était favorable, il se proposait d'engager le Conseil du district de Loughton à modifier dans le sens de celle d'Earlswood les installations existantes.

L'examen de l'échantillon a été si satisfaisant que j'ai désiré juger par moi-même des conditions dans lesquelles il avait été produit. De concert avec l'inspecteur municipal de Reigate, M. F. T. Clayton, j'ai été mis en rapport avec M. Candy qui m'a accompagné à l'usine le 2 février 1903.

Le temps était beau et le sewage était normal, comme quantité et comme composition. Il était nettement coloré en brun et contenait des déchets de tanneries qui le rendaient plus difficile à purifier. J'ai constaté qu'une partie du sewage était traitée sur deux lits à coke : un lit primaire et un lit secondaire. Le premier lit avait une surface de 24 mètres carrés : le second, un peu plus large, mesurait 41,8 mètres carrés. Ces deux lits avaient même épaisseur de 1^m,07 (3 pieds et demi) et le sewage était déversé sans aucun traitement préalable (sauf un léger repos) sur le premier lit, par le distributeur automatique (sprinkler rotatif) réglé par une valve automatique, pour répandre une quantité moyenne de liquide de 45 litres par minute. L'effluent de ce premier lit était conduit sur le second (1) à la surface duquel il était distribué par le même système que sur le premier. On me dit que le sewage mettait environ 15 minutes pour filtrer au travers de chacun des lits. J'ai prélevé alors un échantillon de sewage brut et, 15 minutes après, un échantillon de l'effluent du premier lit. Un quart d'heure plus tard, j'ai prélevé un échantillon de l'effluent du deuxième lit.

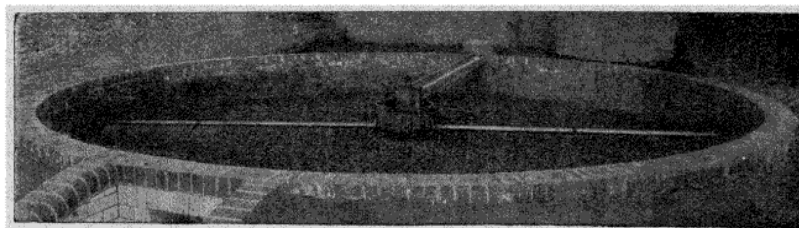


Fig. 1. — Lit à carboferrite-sprinkler en fonction depuis quatre ans, jour et nuit, sans interruption. Ce lit possède toujours la même faculté d'épuration.

Après le prélèvement des échantillons, j'ai creusé les lits jusqu'à une profondeur d'environ 50 centimètres, et j'ai constaté que le coke était propre et dépourvu d'odeur. Je n'avais pas jusqu'alors rencontré de lits filtrants dans d'aussi excellentes conditions, d'autant plus que j'ai appris que ces lits fonctionnaient sans interruption depuis plus de quatre ans.

Les analyses ont montré que le sewage brut était très chargé et tenait

(1) Le second lit, comme à Redhill, renferme une couche de carboferrite, matière douée d'un grand pouvoir oxydant.

beaucoup de matières en suspension. Malgré cela, l'effluent final était absolument satisfaisant. Il était parfaitement limpide, particulièrement dépourvu d'odeur, et se conserva indéfiniment, sans altération, dans l'incubateur.

Au point de vue chimique, la purification est de beaucoup supérieure à celle obtenue dans toutes les installations ordinaires de ce Comté.

L'amélioration résultant du passage du sewage au travers des deux lits se résume comme suit :

	Au sortir du 1 ^{er} lit. P. 100	Au sortir du 2 ^e lit. P. 100
Matières en suspension.	71	91
Ammoniaque libre détruite.	68	100
Matières organiques détruites.	69	92

L'effluent contenait des nitrates en abondance.

Les analyses ont démontré la relation existant entre la perte considérable en ammoniaque et la formation des nitrates et une différence sensible entre la quantité des chlorures du sewage et de l'effluent.

J'ai alors décidé, avec l'autorisation de l'inspecteur, de faire une expérience plus complète, et dans ce but, j'ai renouvelé ma visite aux usines. Avant mon arrivée, l'effluent du premier lit a été détourné sur ma demande; on ne l'a pas envoyé sur le second lit, de sorte que celui-ci a été complètement drainé. On a alors dirigé l'effluent du premier lit sur le second et après 11 minutes, l'effluent a commencé à s'écouler au bas du lit. En 15 minutes, le liquide s'écoulait aussi rapidement que s'il avait été fourni par le sprinkler rotatif.

Des échantillons de sewage brut et des effluents des deux lits furent récoltés de 5 minutes en 5 minutes pendant 2 heures, et les prises d'essai pour l'analyse furent prélevées sur le mélange des échantillons recueillis pendant les deux heures.

De petits barrages ont été établis sur ma demande, au point d'arrivée du sewage, dans les déchargeurs automatiques, et à la sortie de l'effluent du second lit. Ces barrages avaient 11 centimètres environ de largeur et l'épaisseur de la couche de liquide qui passait par-dessus demeura à peu près constante, à 2 centimètres $\frac{3}{4}$ d'épaisseur. Les analyses décelèrent de nouveau une perte en chlorure, ce qui prouva que la diminution de la teneur en chlorure ne résulte pas de la dilution, mais qu'elle est due au procédé de purification.

La nitrification a été un peu plus active que dans la première expérience et, de nouveau, la totalité (pratiquement) de la matière ammoniacale avait disparu. Le sewage, dans la seconde série d'expériences, contenait une quantité de matières tannantes plutôt supérieure à celle du premier sewage. Malgré cela, l'effluent final était très oxygéné, la nitrification et l'épuration étaient exceptionnellement satisfaisantes. Chimiquement, l'épuration ne pouvait pas être portée

plus loin et cet effluent, déversé dans le cours d'eau d'Essex, boueux en été, n'y pouvait causer aucun inconvénient ; en réalité, cet effluent est plus pur que les eaux de beaucoup de rivières.

Comme conclusion de mes observations et de mes analyses, je puis recommander ce système en toute assurance au Conseil du Comté ; je recommande le procédé de distribution du sewage sur les lits à bactéries à l'attention des diverses autorités du Comté qui ont abandonné les lits à coke qui ne leur donnent pas satisfaction. Je suis convaincu que la distribution intermittente du sewage sur les lits prolonge beaucoup la durée de ceux-ci et produit de meilleurs résultats que tous les autres systèmes en action aujourd'hui dans le Comté.

Le système Candy, fonctionnant automatiquement avec une grande simplicité, n'exige aucune surveillance.

D^r TRESH.

V. — ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT D'UXBRIDGE

La petite ville d'Uxbridge, située à 30 kilomètres environ à l'ouest de Londres, a une population de 12 000 âmes. C'est une ville très industrielle : on y trouve de grands établissements de blanchisserie à la vapeur qui travaillent pour les habitants de Londres ; des brasseries, des tanneries, des mégisseries. Ces deux dernières industries sont très importantes à Uxbridge, où l'on traite de très grandes quantités de peaux.

En temps sec, les eaux résiduaires de toute nature représentent, par jour, 3 600 mètres cubes ; en temps de pluie, le volume de liquide à purifier est presque triple, il s'élève à deux millions de gallons, soit 9 080 mètres cubes environ.

L'installation d'Uxbridge est particulièrement intéressante, d'une part en ce que les eaux d'égout sont déversées directement sur les lits d'oxydation à carbosferrite sans passer préalablement, comme cela a lieu à Reigate, sur un lit préparatoire en sable et mâchefer (voir fig. 2), de l'autre, parce que, à côté des lits d'épuration du sewage de la ville, M. l'ingénieur F. Candy a créé, en plein air, une sorte de laboratoire où il poursuit, sur les méthodes de purification des eaux d'égout, de très curieuses expériences dont il a bien voulu me rendre témoin.

Autrefois le sewage d'Uxbridge était traité par la précipitation et conduit, sur un champ d'épandage aujourd'hui abandonné, dont la photographie (fig. 2) indique l'emplacement. L'ancien système de purification présentait les inconvénients que nous avons précédemment indiqués ; les frais d'exploitation étaient très élevés et le seul achat des matières précipitantes coûtait annuellement 7 500 francs. En 1901, l'administration municipale a substitué le système Candy

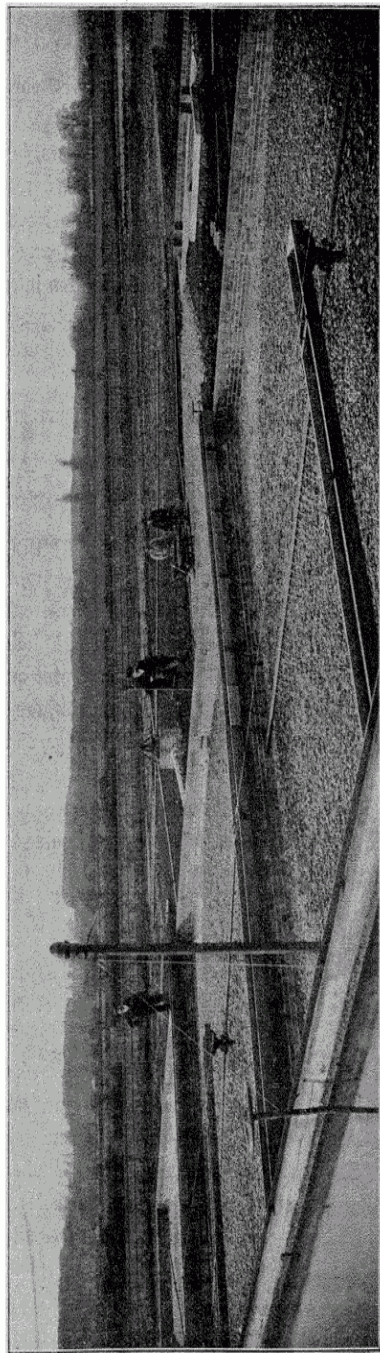


Fig. 2. — Uxbridge. Lit d'épuration simple du sewage. Du côté droit de la photographie on voit l'ancien champ d'épuration des eaux d'égout de la ville, aujourd'hui abandonné.

(sprinkler et carboferrite) au système autrefois en usage, ce qui a rendu inutile, en raison de la pureté de l'effluent, l'épandage sur le sol avant son déversement dans la petite rivière qui coule près de là.

L'eau d'égout, après la séparation dans un bassin (détritus-Tank) des impuretés grossières, corps flottants, sable, etc., arrive par un tuyau de 0^m,50 de diamètre dans un vaste réservoir. Des pompes aspirantes, mues par deux machines à vapeur de la force de 14 chevaux, élèvent l'eau à 8^m,10 et la déversent dans un canal en béton à ciel ouvert, qui la dirige dans un second réservoir de 4^m,58 de diamètre et de 3 mètres de hauteur libre. Cette chambre à vase, comme on l'appelle, est divisée par une paroi verticale en deux compartiments, dans laquelle l'eau, arrivée au sommet du second compartiment, est conduite par un large canal à ciel ouvert dans trois réservoirs, dits *préparateurs*, d'une capacité chacun de 75 000 gallons (340 mètres cubes). Le sewage séjourne environ 5 heures dans ces bassins où s'effectue l'hydrolisation (liquéfaction) des matières azotées solides. Ces bassins ont 20 mètres de long sur 12 mètres de large, le sewage se rend, partie par une rigole à ciel ouvert, partie par des conduits souterrains en grès, aux lits d'oxydation au nombre de cinq; deux de ces lits sont pourvus de sprinklers de 12 mètres de diamètre, les trois autres, de sprinklers de 22^m,50 de diamètre. L'effluent s'écoule dans un collecteur précédé d'un puits de *revision*, d'où il va se déverser dans le cours d'eau d'Uxbridge. La surface filtrante totale est égale à 1 200 mètres carrés.

Les trois petits lits sont constitués par des couches superposées de gravier; les deux grands sont formés de mâchefer, au centre duquel est intercalée une couche de carboferrite. Les lits à carboferrite ne sont pas enfermés dans une enceinte maçonnée; ils sont simplement maintenus par un talus qui les entoure.

L'épuration du sewage ne dure pas plus de 5 à 6 heures, depuis le moment où il est puisé dans les bassins d'arrivage par les pompes foulantes, jusqu'au déversement de l'effluent dans le cours d'eau.

L'effluent est absolument limpide, incolore et inodore. Les analyses suivantes montrent combien est considérable l'épuration du sewage d'Uxbridge, obtenu par une filtration simple à travers les lits à carboferrite.

	Par 100 000 parties.		
	Ammoniaque libre.	Ammoniaque organique.	Oxygène consommé.
Sewage brut	5,5	0,70	3,40
Effluent, au sortir des lits.	0,6	0,07	1,72

La purification obtenue est donc de 90 p. 100, par une seule filtration sur lits à carboferrite.

J'ai pu m'assurer, en creusant la surface des lits, jusqu'à une profondeur de 25 à 30 centimètres, qu'il n'y existe aucun dépôt vaseux; les lits n'ont d'ailleurs

pas cessé un jour d'être en fonctions depuis l'origine (quatre ans) avec un débit constant de 2 723 litres, par mètre carré.

L'installation d'Uxbridge, peu dispendieuse, peut servir de modèle pour l'épuration des eaux d'égout d'une petite ville.

VI. — ÉPURATION DU SEWAGE DE DARLEY-ABBEY

L'installation toute récente des lits d'épuration du sewage de Darley-Abbey m'a particulièrement intéressé, à raison surtout de la surface presque insignifiante de terrain qu'elle occupe (quelques ares seulement). La photographie (fig. 3) donne une idée très exacte de la disposition de cette installation, type d'un

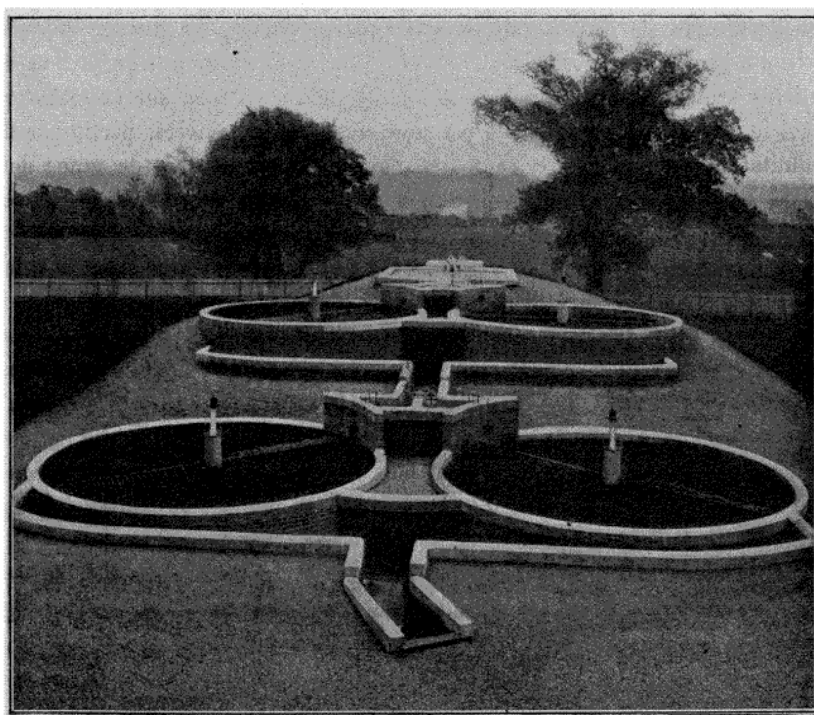


Fig. 3. — Épuration du sewage à Darley-Abbey. Les deux lits supérieurs sont remplis de sable et mâchefer. Les deux lits inférieurs de sable avec carboferrite.

établissement d'épuration pour une petite agglomération, ou pour une grande usine. Darley-Abbey est une petite ville ou, pour mieux dire, un gros bourg de 2 000 âmes situé près de Derby : il y existe plusieurs industries, notamment une papeterie-cartonnerie et une filature importantes dont les déchets considérables

vont à l'égout : ces eaux contenant les déchets de ces industries, papier, fibres de coton, matières grasses, rendent très difficile l'épuration du sewage. Malgré cela, des lits d'épuration que je vais décrire sommairement, sort un effluent absolument limpide, inodore (tandis que le sewage est infect) et dépouillé à tel point des matières organiques qui souillent l'eau d'égout qu'on peut, sans le moindre danger de pollution de la petite rivière qui coule à Abbey, le déverser directement dans ce cours d'eau (le Dervent) sans le faire passer par un champ d'épuration. Bien plus, les ouvriers des usines, malgré les conseils qu'on leur donne, font assez souvent usage de cette eau, comme boisson, sans qu'on ait jamais constaté chez eux aucuns troubles ni maladies.

En temps sec, on traite au minimum par vingt-quatre heures, 23 000 gallons = $104^{\text{m}^3},5$ d'eau d'égout. Par jour, on épure 3 m^3 d'eau par mètre carré.

Comme le montre la photographie, l'installation se compose de deux couples de lits filtrants superposés en étage. L'arrivée de l'eau se fait dans les lits supérieurs dont l'effluent se rend par gravitation sur les deux lits inférieurs. L'eau est refoulée des égouts, dans le réservoir placé en tête des lits, par une turbine de 3 chevaux et demi de force, actionnée par le canal d'une usine située à quelques centaines de mètres du lieu d'épuration.

Le sewage arrive dans une chambre de dégrossissage où il séjourne un quart d'heure, temps suffisant pour la séparation des bouchons et des impuretés solides, sables, etc. De ce bassin, l'eau s'écoule, par son propre poids, dans une chambre en maçonnerie couverte, dite chambre d'hydrolisation, d'une capacité de 54 mètres cubes. Elle y séjourne douze heures; dans ce temps les matières solides, déchets de toute nature, matières fécales, etc., sont désagrégées et dissoutes sous l'influence des bactéries anaérobies. Au sortir de cette chambre, l'eau arrive dans un bassin à double compartiment d'où elle se rend, toujours par gravitation, dans les sprinklers des lits supérieurs. Ces lits sont remplis, sur une épaisseur d'un mètre environ, de mâchefer : les lits inférieurs contiennent, entre deux couches de ces substances, une couche de carboferrite de $0^{\text{m}},20$ d'épaisseur. Les sprinklers ont un diamètre de $7^{\text{m}},50$. Au sortir des lits inférieurs, l'effluent très limpide, inodore, s'écoule dans une conduite qui, par la pente naturelle, le déverse dans le Dervent, comme je l'ai dit plus haut.

L'installation de Darley-Abbey diffère de celle d'Uxbridge, en ce qu'elle est à filtration double, rendue nécessaire par l'impureté exceptionnelle du sewage à purifier.

L'installation de Darley-Abbey a coûté 500 livres (10 500 francs); les frais d'exploitation et d'entretien sont, pour ainsi dire, nuls, le traitement du sewage étant absolument automatique et ne nécessitant aucune surveillance ni main-d'œuvre. Une seule personne logée à Darley-Abbey, à peu de distance de l'épuration, suffit pour la direction de l'exploitation. Le type de Darley-Abbey, en

raison du peu d'espace qu'il réclame et de l'extrême simplicité de son fonctionnement, me semble indiqué pour l'épuration des eaux résiduaires d'un grand établissement (usine, brasserie, blanchisserie, hôpital, caserne), ainsi que pour l'assainissement d'une petite ville où existe le tout-à-l'égout.

VII. — ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT A CHORLEY

Chorley, situé dans une vallée, a une population de 27 000 habitants. L'eau d'égout arrive par gravitation à l'usine d'épuration. En temps sec, son volume varie entre 2 700 et 3 200 mètres cubes par jour (118 litres par tête). La com-

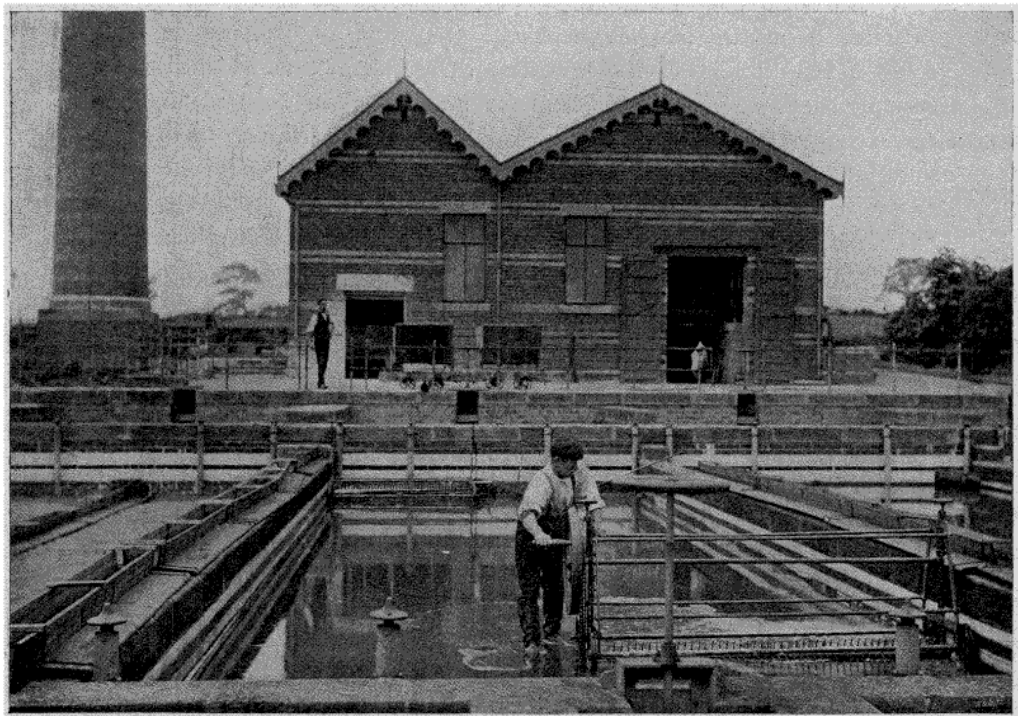


Fig. 4. — L'installation de l'épuration du sewage à Chorley. Vue prise au moment du lavage des chambres filtrantes.

pagnie urbaine des eaux de Liverpool alimente Chorley en eau potable, à raison de 90 litres par jour et par tête d'habitant. Année moyenne (temps de pluie compris), le volume d'eau à épurer est de 4 500 mètres cubes par jour (180 litres par habitant). A son arrivée à l'usine, l'eau d'égout qui est très chargée d'impuretés solides et liquides s'écoule dans des bassins de clarification où actuelle-

ment elle subit encore une première épuration par les agents de précipitation. De ces bassins, d'une contenance totale d'environ 5 000 mètres cubes, elle est dirigée sur les filtres Candy au nombre de 15, ayant ensemble une superficie de 2 000 mètres carrés. La figure 4 représente une vue photographique des installations de Chorley. La présence, dans les eaux d'égout, de résidus de tannerie et de déchets d'un abattoir, rend difficile leur purification que les chambres à carboferrite réalisent d'une manière très satisfaisante, comme on en peut juger d'après les chiffres résultant des analyses de M. Naylor, ingénieur du « Ribble District Drainage Board. » L'effluent, en effet, ne renferme plus, par litre, que 0 millig., 7 d'ammoniaque organique (minimum 0,28, maximum 1,68, dans les cas les plus défavorables) au lieu de 8 milligrammes qu'en contient le sewage brut :

Ammoniaque libre, 14 milligrammes par litre.

L'épuration est donc, en moyenne, de 90 pour 100.

Des 15 filtres qui occupent 2 000 mètres carrés, six ont 5 mètres de large, 17 mètres de long et 1 mètre de profondeur, les autres mesurent 3 mètres de large, 31 mètres de long, sur 1 mètre de profondeur. Tous ont un sol en béton et des murs verticaux en maçonnerie.

Les matériaux qui remplissent ces lits sont disposés en trois couches différentes. La couche inférieure a une épaisseur de 0^m,60; elle est formée de gros gravier et de cailloux roulés.

Vient ensuite une couche de 22 centimètres et demi d'épaisseur, composée d'un mélange de carboferrite et de sable tamisé, dans la proportion de 3 à 2. Enfin, au-dessus, se trouve une couche de 17 centimètres et demi de sable tamisé complètement débarrassé d'argile et dont le grain très régulier varie d'un demi-millimètre à un millimètre de diamètre. Le grain du sable de la deuxième couche est un peu plus gros.

La distribution de l'eau d'égout sur les lits épurateurs s'effectue automatiquement. Le remplissage de chaque lit filtrant, demande environ quarante minutes. Une description détaillée du fonctionnement de l'installation n'entraînerait trop loin.

Les filtres sont nettoyés une fois par semaine : par conséquent, on procède chaque jour au nettoyage de trois filtres. La figure 4 représente les filtres au moment de cette opération; des dispositifs spéciaux rendent le nettoyage rapide et peu dispendieux. On y emploie 1 et demi p. 100 du volume total des eaux d'égout; l'eau de lavage s'écoule dans de petits collecteurs et dépose le sable qu'elle a entraîné, puis elle rentre dans l'alimentation des filtres. On recueille environ, par mois, 50 kilogrammes de sable fin évacué par les lavages.

L'effluent limpide et qui ressemble à de l'eau de source est tout à fait dépourvu d'odeur; il est déversé, par gravité, dans la rivière Yarrow qui coule

au pied de la colline et dont la largeur, en cet endroit, est d'environ 15 mètres.

L'épuration des eaux d'égout de Chorley est absolument satisfaisante : cela explique la suppression de l'obligation de l'épandage sur le sol et le déversement direct de l'effluent dans la rivière. Les frais annuels d'épuration s'élèvent à 19 centimes environ par mètre cube d'eau traité.

VIII. — ÉPURATION DU SEWAGE DE KNOTTINGLEY

Knottingley est situé dans le Yorkshire, à 30 kilomètres au sud-est de Leeds. Je reproduis ici (voir la planche hors texte) le plan des lits d'épuration de Knottingley, afin de donner au lecteur l'idée de la faible dimension d'une installation qui peut épurer 200 000 gallons (908 700 litres), près de 1 000 mètres cubes d'eau d'égout par jour.

L'installation est faite pour une filtration simple, comme à Uxbridge. Les lits n'ont qu'une épaisseur de 1^m,07 : ils sont alimentés par 5 sprinklers, dont 3 ont un diamètre de 10^m,66, les deux autres de 12^m,20. Les chambres de préparation ont une dimension qui leur permet de recevoir le sewage de six heures. L'ensemble des lits d'épuration n'occupe qu'une surface minime par rapport au volume énorme de sewage qu'ils purifient (dans une année de près de 333 000 mètres cubes) sans compter le travail supplémentaire qu'ils sont obligés d'effectuer par les temps de pluie. Le volume d'eaux d'égout épurées par l'installation de Knottingley correspond à 250 litres par jour, par habitant. Au terme du public Health de 1900, il faudrait, pour le purifier par épandage sur le sol, disposer d'une surface minimum de 10 hectares, alors que l'installation de Knottingley occupe quelques ares seulement.

IX. — ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT DE BARLEITH (ÉCOSSE)

Représentée par la figure 5, l'installation récente de Barleith offre un intérêt tout particulier, à raison de son origine. La compagnie de chemin de fer : Glasgow and South Western Railway Company, a pris l'initiative de cette création pour le traitement des eaux d'égout des logements bâtis par elle pour ses employés (chauffeurs, mécaniciens, manœuvres, etc.).

La petite usine d'épuration est située à proximité des maisons et à une petite distance de Glasgow.

Le sewage, reçu dans des bassins de décantation, est dirigé ensuite sur deux lits à sprinklers de 9 mètres chacun de diamètre. Comme d'ordinaire, l'écoulement de l'eau est réglé par une valve automatique. La photographie montre à quelle faible surface peut être réduite l'application du système F. Candy.

X. — ÉPURATION DU SEWAGE A SPELDHURST (COMTÉ DE KENT)

L'installation a été créée récemment par le conseil du district rural de Tonbridge pour traiter le sewage des deux districts de Speldhurst et de Langton des environs de Tonbridge (Kent).

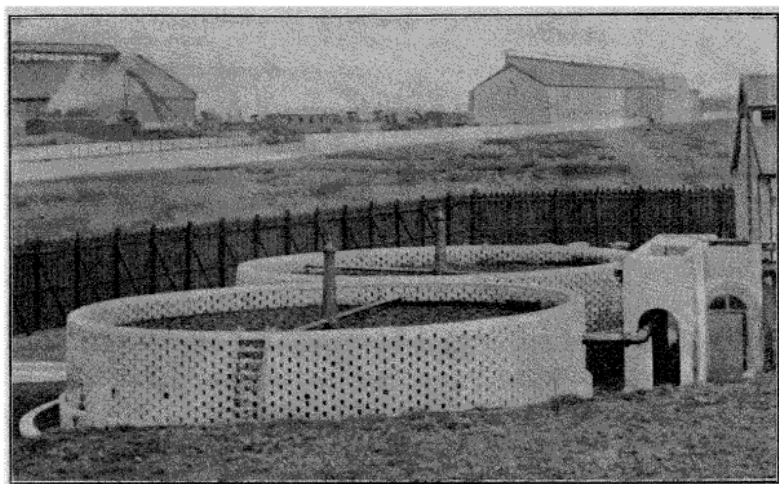


Fig. 5. — Épuration des eaux d'égout des habitations des employés de la Compagnie des chemins de fer Glasgow and South Western, à Barleith (Écosse).

La figure 6 représente les lits à carboferrite et la distribution du sewage à leur surface, par les sprinklers.

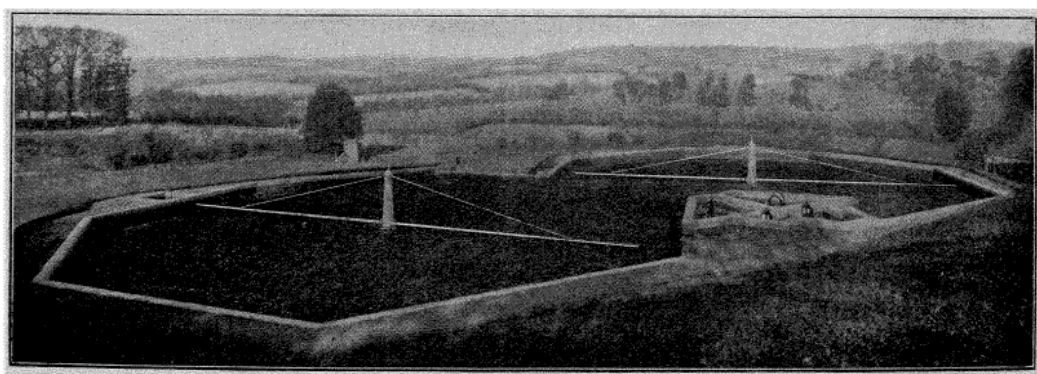


Fig. 6. — Traitement du sewage à Speldhurst. Lits à carboferrite et sprinklers.

Les eaux d'égout se rendent à leur arrivée dans deux bassins de dégrossissage par précipitation spontanée des matériaux solides, sable, bois, entraînés

dans la canalisation du sewage. Au sortir de ces bassins, l'eau s'écoule par les sprinklers sur les lits qui ont chacun 12^m,20 de diamètre.

L'arrivée de l'eau dans les sprinklers est contrôlée par une valve régulatrice automatique et l'effluent purifié se rend dans un petit cours d'eau.

QUELQUES INDICATIONS SUR LES FRAIS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT DES LITS
DE CONTACT ET LES LITS AÉROBIQUES (SYSTÈME F. CANDY)

Le lecteur comprendra qu'il ne m'est pas possible d'aborder la question de l'épuration du sewage au point de vue financier. Extrêmement variable d'un lieu à un autre, suivant la disposition du terrain, la possibilité d'une installation par gravitation ou l'obligation de recourir à l'établissement de pompes foulantes ou aspirantes mues à la vapeur ou actionnées par des turbines, la dépense de premier établissement doit être l'objet d'une étude spéciale dans chaque cas particulier.

Je puis, cependant, m'appuyant sur le rapport si remarquable adressé par M. Tulloch au Conseil municipal de Chester, donner quelques indications sur les surfaces nécessaires et sur le devis d'installations en vue de purifier le sewage d'une ville de 50 000 habitants.

SURFACES : Le projet d'épandage sur le sol, abandonné immédiatement par la ville de Chester sur l'avis du major Tulloch aurait nécessité, nous l'avons vu (page 3), une superficie d'environ 160 hectares.

Pour appliquer le système des lits de contact, il eût fallu construire des chambres de clarification d'une capacité de 10 230 mètres cubes et consacrer une surface de quatre hectares environ (10 acres) à l'installation des lits et filtres à bactéries; de plus, on eut dû prévoir la création d'un champ d'irrigation de 28 hectares de superficie, pour servir le cas échéant à l'épandage de l'effluent, s'il n'eût pas été constamment suffisamment épuré.

L'installation du système Candy, lits d'oxydation avec carboferrite-sprinkler, ratifiée par le Local Government Board, n'a exigé pour son installation complète qu'une surface insignifiante de 33 ares ($\frac{4}{5}$ d'acre) et une prévision, qui ne sera sans doute jamais réalisée, d'un champ d'épuration de 22 hectares. L'épuration du sewage, par le système Candy est tellement satisfaisante qu'on n'aura jamais besoin, suivant toute probabilité, de recourir à la création d'un champ d'épandage. Les bassins de réception du sewage dans ce système n'ont qu'une capacité de 4 320 mètres cubes (950 000 gallons), acceptée par le L. G. B. le séjour des eaux d'égout dans les réservoirs de l'usine d'épuration étant beaucoup plus court qu'avec le système des lits de contact.

Dépenses de premier établissement : Le remplissage des lits de contact avec les matériaux ordinaires : mâchefer, sable, coke ou gravier, aurait coûté, d'après

les évaluations de M. Tulloch, £ 16 133, soit 403 000 francs environ et l'ensemble des installations, y compris les frais de remplissage des lits, se serait élevé à 2 730 000 francs.

L'adoption du système Candy n'entraîne qu'une dépense totale de 1 437 744 francs (58 718 £) dans laquelle l'installation des lits à carboferrits entre pour la somme de 130 600 francs (6 022 £). Chester a donc réalisé une économie de 47 p. 100 environ, dans les dépenses d'installation d'un système dont l'exploitation n'entraîne que des frais insignifiants et qui assure, mieux que tout autre, au dire des hommes compétents, une épuration ne laissant absolument rien à désirer au point de vue de l'hygiène publique.

ANNEXE

CONCLUSIONS DE LA COMMISSION D'EMS

En 1902, le Conseil municipal de la ville d'Ems a envoyé en Angleterre une Commission chargée par lui d'étudier les systèmes d'épuration des eaux d'égout et de lui indiquer celui qu'il lui semblerait préférable d'adopter. Il m'a paru utile de reproduire presque textuellement les conclusions de la commission auxquelles l'étude que j'ai faite moi-même au cours de mon excursion en Angleterre me permet d'adhérer sans restriction.

Ces conclusions sont les suivantes :

Les constatations du major Tulloch mettent hors de doute la supériorité des filtres aérobiques sur les lits de contact.

La Commission d'Ems était arrivée à la même conclusion par ses examens des installations anglaises d'épuration du sewage, avant d'avoir eu connaissance de l'opinion de M. Tulloch.

« Nous sommes, disent les rapporteurs (MM. le docteur Reuter, Eschenbrenner, inspecteur des bâtiments, et Göbel, ingénieur), fermement convaincus de cette supériorité par les observations que nous avons faites en Angleterre et nous ne pensons pas que la visite des établissements allemands d'épuration des eaux d'égout puisse modifier notre conviction de la supériorité décisive des lits aérobiques sur les lits de contact, pour le traitement des eaux souillées (égouts, eaux résiduaires, etc.).

Les avantages du premier système (procédé Candy), que nous ont révélés nos études, sont les suivants :

1° Dans le *système aérobique*, les eaux souillées s'écoulent d'une manière continue à travers le lit qui est ainsi constamment lavé, ce qui s'oppose à l'obstruction des pores.

Dans les lits de contact, au contraire, le liquide demeure stagnant pendant des heures. Il se produit donc beaucoup plus facilement et beaucoup plus vite un envasement des lits, dont la durée (le bon fonctionnement) doit nécessairement être plus courte que celle des lits aérobiques.

2° Dans les lits aérobiques, les pores sont constamment remplis d'air. Sous l'influence de l'oxygène, les organismes aérobies détruisent les matières organiques en dissolution que renferme le sewage, sans qu'il se produise de décompositions putrides. Il n'y a, par suite, aucune insalubrité causée par l'émanation de gaz infects.

Dans les lits de contact, au contraire, le liquide stagnant dans le lit subit des phénomènes de putréfaction, sous l'influence des bactéries anaérobies : la putréfaction donne naissance à des odeurs désagréables que nous avons constatées à Hampton, malgré le peu d'élévation de la température (janvier). Par suite de l'envasement des lits, il se forme, dans les interstices existant entre les matériaux d'oxydation, de petites chambres de putréfaction, closes de toutes parts, dans lesquelles les bactéries aérobies n'ont pas d'accès même lorsque le lit de contact est vidé.

3° Les lits aérobiques ne purifient pas seulement, par action chimique, les eaux d'égout, mais ils les épurent au point de vue bactériologique. Au contraire, l'effluent des lits de contact contient encore tous les germes du sewage, presque sans diminution de leur nombre. On n'écarte donc pas, dans ce traitement, la possibilité du transport, par l'effluent, des bactéries pathogènes que renferme le liquide sortant des lits de contact, danger qu'il ne faut pas cependant exagérer, car le sewage purifié, étant d'ordinaire déversé dans les cours d'eau, se trouve très dilué et les germes pathogènes meurent rapidement sous l'influence purificatrice naturelle de l'eau de la rivière (oxygénation). Il va sans dire qu'aujourd'hui l'eau de rivière ne doit plus être employée comme boisson, qu'après filtration complète ou stérilisation. Les lits aérobiques ne l'emportent pas seulement sur les lits de contact, au point de vue de la purification qualitative, mais aussi par la quantité de travail qu'ils fournissent, ce que montre la comparaison des résultats de Wealdstone et de Hampton.

Cette comparaison est d'autant plus intéressante que c'est Dibbin lui-même qui a fait l'installation de Hampton, pour servir de modèle d'épuration du sewage par son procédé.

La surface totale des lits de contact à Hampton, est de $793^{\text{m}^2} + 891^{\text{m}^2} + 956^{\text{m}^2} = 2\,640$ mètres carrés. On purifie chaque jour, sur ces lits, 653 mètres cubes d'eaux résiduaires, ce qui correspond à 250 litres par mètre carré, en nombre rond. Mais, comme le lit ne travaille journellement que pendant douze heures, la filtration maximum, en vingt-quatre heures, ne pourrait dépasser 2×250 , c'est-à-dire 500 litres par mètre carré.

A Wealdstone, au contraire (lits aérobiques), la rapidité de la filtration (dans les périodes de temps sec) est de 1 627 litres par mètre carré : en temps de pluie, le sewage étant dilué, les filtres doivent épurer une quantité triple, soit 4 881 litres par mètre carré. La faculté de travail des lits à carboferrite Candy avec sprinklers est donc trois fois plus grande que celle des lits de contact Dibbin, en temps ordinaire, et près de dix fois supérieure en temps de pluie, cela en supposant que les lits de Hampton travailleraient nuit et jour, ce qu'ils ne sont certainement pas en état de faire, en raison de l'envasement rapide qui s'y produirait.

En réalité, les lits aérobiques de Wealdstone épurent, en temps sec, dix fois autant d'eau d'égout que les lits de contact de Hampton : car à Wealdstone, une surface de 904 mètres carrés, c'est-à-dire égale à la moitié de celle de Hampton, épure une quantité double de sewage, soit 1 362 mètres cubes par jour, contre 655 mètres cubes à Hampton.

De cette comparaison résulte une notable réduction de l'espace nécessaire et une grande économie dans les dépenses : en effet, pour les lits aérobiques, les surfaces nécessaires sont moins grandes, les parois des lits moins coûteuses à établir, les frais de construction sensiblement moins élevés et les frais d'exploitation également réduits.

En Angleterre, de tous les lits aérobiques ceux du système Candy avec sprinklers et carboferrite sont considérés comme les meilleurs de tous les procédés que la Commission a étudiés. Le procédé Candy est incontestablement le plus économique, le meilleur et celui qui produit la plus grande somme de travail.

L'avis de la Commission repose sur les raisons et les faits suivants :

1° Les dispositions adoptées dans les bassins de préparation (précipitation tanks), en vue d'arrêter les corps solides en suspension, constituent une purification mécanique préliminaire des eaux souillées, tout à fait complète.

2° L'alimentation des lits par les sprinklers fournit les meilleurs résultats.

3° L'emploi du carboferrite pour le remplissage du deuxième lit à matériaux fins est des plus efficace.

Le fonctionnement des sprinklers est purement automatique ; il n'apporte aucun trouble dans l'exploitation du procédé par la gelée ni par la neige. La distribution du sewage sur les lits est tout à fait régulière : chaque goutte de liquide est mise en contact intime avec la matière oxydante (carboferrite) en même temps que se produit, à travers les lits, une aération complète et sans discontinuité qu'on ne rencontre dans aucun autre procédé.

Les produits de destruction (décomposition) des matières organiques contenues dans le sewage étant expulsés avec l'eau purifiée par suite de la descente ininterrompue du liquide dans les lits, il n'y a à redouter aucun envasement des matériaux qui composent ces derniers.

Le carboferrite (voir sa composition page 18) est une substance d'un brun noir, extrêmement poreuse; ses pores sont tous en relation les uns avec les autres, les espaces creux ne sont pas séparés par des parois vitreuses, comme c'est le cas dans la pierre ponce : ils permettent donc l'écoulement du liquide. Par suite de la constitution chimique du carboferrite qui est un véhicule d'oxygène et peut-être un producteur d'ozone, l'oxydation des composés organiques se produit. En même temps, le carboferrite agit comme un filtre sur les bactéries.

Quelle que soit l'interprétation des faits que nous n'avons pas à discuter, ajoutent les rapporteurs, il est certain que le carboferrite, même sans le concours des sprinklers, réalise, à un très haut degré, la purification des eaux résiduaires, ce que prouvent de nombreux exemples et son usage très répandu en Angleterre pour la purification de l'eau potable. (Voir plus loin, pages 45 et suivantes.)

Le professeur Vogel, de Berlin, qui a étudié le procédé au carboferrite et qui, au mois d'août 1894, a visité les installations de Hendon, Acton et Boyton, a émis dans son ouvrage, paru en 1896 (1), l'opinion que le procédé Candy dépasse de beaucoup en efficacité tous les procédés imaginés jusqu'ici. L'ingénieur de la ville de Chesterfield, M. Lines, chargé du contrôle des installations d'épuration de son district, s'est prononcé dans le même sens, dans un rapport sur la valeur de l'emploi du carboferrite.

Après mûre réflexion et s'appuyant sur les faits précédemment exposés, les membres de la Commission recommandent d'appliquer le système carboferrite-sprinkler à l'épuration des eaux de la ville d'Ems (2). Nous avons la ferme conviction que notre ville trouvera, dans cette application, le procédé le meilleur et le plus économique qu'on puisse rencontrer actuellement. »

(1) Verwerthung Städtischer Abfallsstoffe.

(2) La ville d'Ems, adoptant les conclusions de ses commissaires, l'installation du système Candy aura lieu cette année.

Le système à carboferrite et sprinklers Candy-Whittaker, pour la purification des eaux d'égout, a été adopté par les villes ou districts suivants :

Worcester Corporation.	Meltham U. D. B. Yorkshire.
Reigate and Redhill Corporation.	East Grinstead U. D. C. Sussex.
Chester Corporation.	East Malling and Aylesford, Kent.
Leeds Corporation.	Darley, Derbyshire.
Norwich Corporation.	Lyndhurst Council.
Middleton Corporation.	Bedworth, Warwick.
Nelson Corporation.	Castleford Urban District Council.
Tunstall Corporation.	Holt, Norfolk.
Harrogate Corporation.	Melton Constable, Norfolk.
Rochdale Corporation.	Buckhurst Hill District Council, Essex.
Hyde Corporation.	Stocksbridhe U. D. C.
East Sussex County Council.	Westbury Manor.
Cheshire County Council.	Tonbridge R. D. C.
Birmingham Tame et Rea Drainage Board.	Eastwood U. D. C.
Uxbridge Urban District Council.	Oswaldtwistle U. D. C.
Knottingley Urban District Council.	Failsforth U. D. C.
Heath, Derbyshire.	Accrington et Church Joint Drainage Board.
Arkwright Town, Derbyshire.	Dorking U. D. C.
Beighton, Derbyshire.	Hurlford et Barleith, Scotland.
Netherthorpe Staveley, Derbyshire.	Flyde Hospital.
Wardle, Lancashire.	Finchley U. D. C.
Tupton, Derbyshire.	Lanston Monotype Co.
Brimington, Derbyshire.	Reigate Rural Hospital etc., etc.
Thorner, Yorkshire.	

DEUXIÈME PARTIE

PURIFICATION DES EAUX POTABLES

REMARQUES PRÉLIMINAIRES SUR LA FILTRATION DES EAUX

Les procédés de filtration des eaux potables, en vue de leur purification, semblent être d'origine toute moderne. Les restes considérables des anciens aqueducs, puits, etc., n'indiquent pas qu'à l'époque de leur construction on ait employé un système quelconque de filtration comparable à ceux aujourd'hui en usage. On ne trouve nulle part, dans la description des ouvrages édifiés pour la conduite des eaux, d'indications relatives à la filtration.

Forbes a suggéré l'idée que les « castella » découverts le long des aqueducs romains étaient destinés à filtrer les eaux, mais leurs dimensions sont trop faibles pour qu'on puisse penser qu'ils servaient à cet usage (1).

Le problème de la transformation, en une eau potable et salubre, des cours d'eaux souillés par les égouts n'a pas préoccupé les ingénieurs de Babylone, de Ninive, de Rome, ni ceux d'autres cités anciennes. La première tentative faite pour débarrasser l'eau des impuretés visibles (en suspension) ne date pas d'un siècle; elle paraît avoir été réalisée en 1829 par une des compagnies d'eaux de Londres.

La *Chelsea Company* ayant reconnu qu'un repos prolongé ne suffisait pas pour rendre limpide l'eau de la Tamise, expérimenta les filtres à sable et constata que l'eau du fleuve se clarifiait d'une manière satisfaisante par son passage au travers de couches de sable, à la condition qu'on n'y fasse pas passer des volumes d'eau trop considérables. A cette époque, on ne se proposait pas autre chose, dans cette filtration, que d'arrêter, par les particules de sable, les matières en suspension dans l'eau. On ignorait les méthodes de dosage des matières organiques contenues dans l'eau et il n'était pas question des bactéries. Avec les progrès de la chimie de l'eau et la création de méthodes permettant d'y doser la matière organique, on constata que la filtration remplit d'autres buts que l'élimination des particules visibles. On vit la teneur de l'eau en ammoniacque décroître par l'emploi du filtre de sable et la matière organique en dissolution diminuer aussi dans une grande proportion. Dès lors, l'efficacité de la filtration ne se mesura plus seulement par ses effets physiques, mais encore, et surtout, par ses résultats chimiques.

(1) Dr Thresh, *Water in connection with Public Supplies*, Manchester, 1904.

Comment cette amélioration dans la qualité de l'eau se produisait-elle? Il était difficile d'en donner la raison, et tandis qu'ingénieurs et chimistes discutaient les explications possibles de ce changement, la bactériologie, entrant en scène, fournissait bientôt la véritable solution de la question.

Les actions chimiques perdaient presque toute leur importance, tout au moins, elles cédaient désormais le pas au rôle des infiniment petits (bactéries, etc.).

On constata que la solution du problème de la purification de l'eau était du domaine de la bactériologie, bien plus que de celui de la chimie. Aujourd'hui l'étalon de la pureté d'une eau réside dans ses caractères bactériologiques, l'examen chimique servant d'indicateur du degré de purification par voie bactériologique, dans le passage de l'eau à travers les filtres.

Lorsqu'on eut reconnu que l'eau est le véhicule principal de nombreuses maladies (fièvre typhoïde, choléra, diarrhée, dysenterie, etc.) dues à l'action de microbes, tandis qu'une faible quantité de matière organique dissoute dans l'eau est presque complètement inoffensive, en l'absence de microbes, il devint évident que la purification bactériologique de l'eau est beaucoup plus importante que son épuration physique ou chimique.

De l'Angleterre, où il a pris un grand développement, le système de filtration lente par le sable, connu sous le nom de système Anglais, s'est répandu sur le continent et aux États-Unis, pour la purification de l'eau des rivières, presque toujours trouble par suite de la présence d'argile ou de matériaux d'alluvion. On a depuis constaté que ce système d'épuration demande trop de travail et entraîne à de trop grandes dépenses, pour donner des résultats économiques favorables, les lits de sable s'obstruant rapidement et nécessitant de trop fréquents nettoyages. C'est alors que divers procédés d'épuration par voie chimique ont été proposés et expérimentés, la plupart du temps sans résultats satisfaisants. La description et l'examen de la valeur de ces différents systèmes sortiraient du cadre de cette étude où je me propose de résumer les observations et les documents recueillis, au cours de mon excursion en Angleterre, dans mes visites aux installations de purification des eaux potables par les procédés bactériologiques et plus spécialement par l'application d'une substance minérale, le carboferrite, à la filtration des eaux de rivière et de sources. Ce procédé imaginé par l'ingénieur Frank Candy est, comme on le verra, des plus remarquables. Appliqué, sous diverses formes, pour la première fois en 1891, depuis plus de treize années par conséquent, à l'épuration de l'eau de la rivière Kennet à Reading, le système Candy se répand chaque année davantage en Angleterre et à l'étranger (1) : il donne partout les meilleurs résultats et

(1) Voici les noms de quelques villes où le système Candy est installé déjà et le sera dans les premiers mois de 1905, ainsi que l'indication des volumes d'eau purifiés, par jour :

Angleterre. — Egham (Tamise) 6800 mètres cubes. — Coombe-Brock-Reading rivière

dépasse en efficacité, de l'avis des savants les plus autorisés, les systèmes de purification connus jusqu'ici. Le système F. Candy est soumis depuis l'origine au contrôle officiel permanent des autorités sanitaires chargées par le Local Government Board, de la surveillance des divers services des eaux : alimentation publique et épuration des eaux d'égout et eaux résiduaires des diverses industries, avant leur déversement dans les rivières. Partout les rapports officiels ont constaté les excellents résultats obtenus.

L'application du système Candy comporte deux genres d'installations. Dans le premier, l'eau passe sous pression à travers le carboferrite renfermé dans des filtres clos, de dimensions variables avec les besoins de l'alimentation (installation de la ville de Hastings, de Bedford, des sources de Coombe-Brook) ; dans le second système, l'eau de rivière ou de source arrive par aspiration ou par gravitation sur des chambres à carboferrite (épuration de la Tamise à Egham, de la rivière Kennet à Reading, de la rivière d'Avon à Cardiff, etc.)

Je vais décrire ces deux genres d'installations, en prenant pour types celles de Hastings, d'Egham, et de Reading que j'ai pu étudier dans tous leurs détails, ce qui m'a permis de me rendre compte de leur complète efficacité.

PURIFICATION DES EAUX DE SOURCES
PAR LES FILTRES A PRESSION ET A CARBOFERRITE CANDY

Hastings, Bedford, Coombe-Brook.

La filtration à travers les bancs de sable est très lente ; elle exige, pour l'épuration de volumes d'eau un peu considérables, l'installation de surfaces filtrantes très étendues, et de grandes dépenses de premier établissement et d'entretien, pour maintenir propre et efficace le lit filtrant. Ce procédé, qui donne des résultats souvent défectueux, est tout à fait en défaut lorsqu'il s'agit de l'épuration de certaines eaux, notamment de celles qui renferment de l'oxyde de fer en suspension et en dissolution. (Eaux ferrugineuses.)

Les filtres clos à carboferrite imaginés par l'ingénieur Candy sont connus, en Angleterre, sous le nom d'*Automatic compressed Air and oxydising Water Filters*. J'ai pu étudier, à la fin du mois d'octobre dernier, leur fonctionnement à Hastings. Ce système a résolu le problème de la purification complète des eaux de source ferrugineuses. Appliqués à Bedford, à l'épuration de l'eau de puits

Kennet, 6 500 à 7 000 mètres cubes. — Bedford 6 800 mètres cubes. — Leighton Buzzard 11 500 mètres cubes. — Cardiff rivière. — Avon, Gloucester : 6 808 mètres cubes.

Pays étrangers : Mexico, 18 000 mètres cubes. — Capetown (South-Africa) 13 500 mètres cubes. — Port Elisabeth (South-Africa) 11 300 mètres cubes. En outre, à l'étude, plans pour Pescang (East-India) 27 000 mètres cubes.

creusés dans le terrain oolithique et à Coombe-Brook à la purification de l'eau issue de sols tourbeux, fortement fumés, ces filtres ont partout donné d'excellents résultats. Je bornerai à ces trois exemples : Hästings, Bedford et Coombe-Brook, tout à fait démonstratifs, l'examen de la valeur des filtres à carboferrite et à pression pour la purification des eaux de source à leur origine, c'est-à-dire avant leur introduction dans les conduites de distribution pour l'alimentation.

On verra que l'application de ce procédé au traitement de l'eau *avant son captage* donne toute sécurité pour la purification chimique et bactériologique des eaux de source ou de puits destinées à la consommation humaine.

I. — FILTRES A PRESSION

I. — HÄSTINGS

C'est par la ville de Hästings qu'a été faite, en 1899, la première application en grand des filtres oxydants à carboferrite.

Hästings, située dans une baie admirable, au pied des falaises que dominent les ruines du château fort de Guillaume le Conquérant, est l'une des plages de l'Angleterre les plus fréquentées par les baigneurs. Sa population sédentaire est de 67 000 habitants. La douceur de son climat y attire, de la fin de l'automne à l'été, plus de 25 000 étrangers : au total, c'est donc une agglomération de cent mille âmes qu'il s'agit d'alimenter en eau potable.

Les eaux souterraines des sables d'Ashdown, dans le voisinage d'Hästings, y pourvoient. Ces eaux, chargées, comme je le dirai plus loin, d'oxyde de fer hydraté en suspension et en dissolution, sont, dans l'état où on les extrait du sol, absolument impropres à l'alimentation. Deux établissements, situés l'un aux portes de Hästings, l'autre à Brede, à quelques kilomètres de la ville, épurent et livrent, par jour, 6 800 à 7 000 mètres cubes d'eau filtrée, sapide, agréable à boire, et d'une qualité irréprochable au double point de vue chimique et bactériologique, comme le montrent les analyses que je rapporterai. On est frappé tout d'abord, en pénétrant dans l'établissement de Hästings, du peu d'espace nécessaire pour l'installation des filtres épurateurs, et du personnel excessivement restreint qu'occupe l'usine (un chauffeur et un manoeuvre) pour une production ininterrompue, nuit et jour, variant, suivant les saisons, de 180 à 270 mètres cubes à l'heure.

La description sommaire du fonctionnement des filtres Candy fera saisir les conditions si favorables, sous le rapport économique, d'une installation suffisante à l'alimentation en eau potable d'une agglomération de 100 000 habitants.

Les filtres Hästings, comme on les appelle par abréviation, sont représentés par les figures 7 et 8; ils sont généralement disposés par couples qu'on peut rendre à volonté indépendants les uns des autres. On compte trois de ces batteries dans l'établissement de Hästings et deux à Brede, soit, au total, dix filtres réunis deux à deux. Cette disposition permet d'arrêter, le cas échéant, le travail de l'un des filtres sans interrompre le fonctionnement des autres. A Hästings ces six filtres sont installés dans un bâtiment d'une vingtaine de mètres de long. A Hästings la force motrice remplit deux buts : elle sert d'une

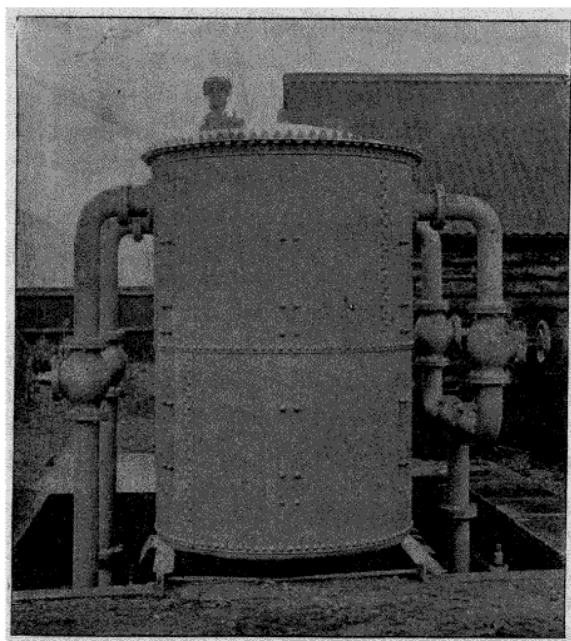


Fig. 7. — Filtre de Hästings à carboferrite et à pression d'air.

part, à comprimer de l'air dans la calotte supérieure des filtres, comme nous le verrons dans un instant : d'autre part, à refouler dans les bassins situés derrière et au-dessus du bâtiment, l'eau purifiée qui se rend de ces bassins, par gravitation, dans les conduites d'alimentation de la ville de Hästings. La source est située à 3 kilomètres de l'usine, en contre-bas de 45 mètres : des pompes foulantes envoient son eau à l'usine.

Description sommaire des filtres Hästings. — Ces filtres ont des dimensions variables avec le volume d'eau à épurer dans un temps donné : ils sont construits, suivant les cas particuliers, en acier doux ou en fonte de moulage. Leur forme, comme le montrent les figures 7 et 8, est cylindrique : à Hästings, leur

diamètre est de 2^m,44; leur hauteur totale de 2^m,75. La surface filtrante est de 4^{m²},67 : elle épure, par heure, 820 litres d'eau par mètre carré. Ces filtres sont divisés intérieurement, par des plaques perforées, en deux, trois, ou en un plus grand nombre de compartiments filtrants : un espace libre, au sommet des filtres, sert de chambre à air comprimé. Le but de cette division du filtre en compartiments indépendants et isolés est d'assurer, pendant la

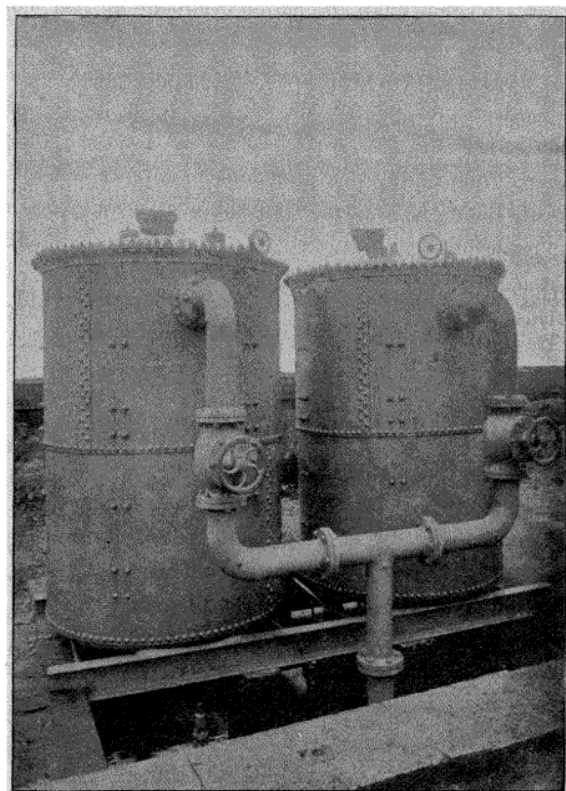


Fig. 8. — Batterie de deux filtres de Hästings à carboferrite et pression d'air.

filtration, un travail régulier de toute la surface du carboferrite qui les remplit sur 1^m,50 de haut, et de permettre le nettoyage de cette surface comme nous le verrons plus loin. Le volume du carboferrite est de 7 mètres cubes par filtre. Chaque compartiment est muni d'un tuyau collecteur perforé et d'une valve d'éluction qui mettent en communication les compartiments de chacun des filtres avec le réservoir commun de l'effluent.

L'eau brute arrive dans chacun des filtres par un tuyau qui traverse son couvercle. Le passage, en poussière, de l'eau distribuée par de très fins conduits à la partie supérieure du filtre, constitue la première phase des opérations. Entre les petits orifices et la surface du premier lit d'épuration formé de sable, se trouve donc un espace libre rempli d'air qui ne peut trouver aucune issue. L'eau tombant, par son poids et par la pression qu'elle supporte, produit bientôt une compression considérable de l'air de la chambre. Par suite de cette compression, l'eau s'oxygène par l'absorption graduelle de l'air, condition qui a une grande importance au point de vue de l'épuration. A Hästings, il s'agit surtout de débarrasser complètement l'eau des quantités d'oxyde de fer en suspension qui la rendent presque boueuse, et de l'oxyde de fer en dissolution, en le précipitant; la filtration sur carboferrite a aussi pour résultat de détruire les micro-organismes, peu abondants d'ailleurs dans l'eau de cette source. L'eau brute donne naissance à 110 colonies de microbes ordinaires de l'eau de source, par centimètre cube : filtrée, elle n'en fournit plus que 2 ou 3 au maximum, et le plus souvent elle n'en donne pas une seule.

S'il s'agissait d'épurer des eaux chargées de microbes pathogènes, ce qui n'est point le cas à Hästings, un appareil ingénieusement disposé dont nous avons vu un spécimen à l'usine, permettrait d'introduire dans les filtres tel gaz purificateur ou stérilisant qu'on voudrait.

Les trois quarts environ du volume intérieur des filtres sont remplis de lits de carboferrite (sur 4^m,50) comprimé, dans chaque compartiment, entre des toiles métalliques perforées qui ont pour effet d'empêcher l'entraînement de la matière filtrante sous la pression de l'air et de permettre le nettoyage très rapide des filtres qu'il faut exécuter tous les deux jours, pour les débarrasser de l'oxyde de fer précipité dans l'intérieur des appareils. Ce nettoyage s'opère en quelques minutes, comme nous en avons été témoins, avec une perte d'eau égale à 8 pour 100 au maximum de la quantité d'eau épurée, il s'exécute par le renversement du courant d'eau qui les traverse : la boue ferrugineuse est rapidement séparée de la masse filtrante et s'écoule, en quelques instants, à la base des appareils d'où elle se rend dans un puits perdu.

Chacun des filtres est muni d'une valve d'admission de l'eau, d'indicateurs de niveau de l'eau et de pression intérieure de l'air et de valves d'éluction formées de tubes capillaires, dans chaque compartiment. La mise en marche des filtres se fait de la manière suivante. Les valves d'éluction de chacun d'eux sont fermées ainsi que les autres ouvertures (lavage, drainage et arrivée de l'air comprimé). On ouvre alors la conduite d'arrivée de l'eau non filtrée; quand le filtre est rempli, on donne accès à l'air qui se comprime dans la chambre supérieure, située entre le couvercle du filtre et la matière filtrante. Quand le degré de compression nécessaire au fonctionnement de l'appareil est atteint, ce

que montre le tube de verre indicateur de pression placé à l'extérieur du filtre, on ouvre toutes les valves fermées précédemment et le filtre entre en fonction.

A Hästings, la chambre supérieure des filtres étant assez vaste pour contenir environ 200 pieds cubes d'air comprimé (5 600 litres), il faut généralement une journée pour que l'air introduit soit absorbé par l'eau. Aussitôt que l'indicateur montre que ce résultat est atteint, la chambre à air est remplie à nouveau d'air, par l'arrêt momentané (quelques minutes suffisent) de l'arrivée de l'eau et l'ouverture de la conduite d'air; l'opération suit alors son cours et l'effluent est refoulé dans les bassins par les pompes. Cette description bien incomplète sans doute, mais à laquelle je suis obligé de me restreindre, suffit, je pense, à faire comprendre le principe de la construction et de la marche des filtres Hästings.

Ainsi que je l'ai dit plus haut, l'exploitation de Hästings ne demande pour ainsi dire aucun travail manuel, celui-ci se bornant, en effet, à l'ouverture des valves pour la mise en marche des filtres et à leur nettoyage. D'après la constatation du Service des eaux de Hästings, les frais de nettoyage et de fonctionnement des filtres ne s'élèvent qu'à un penny environ (0 fr. 104) par 50 000 gallons (227 000 litres) pour une ville qui consomme, par jour moyen, un million de gallons (4 540 000 litres).

Voyons maintenant les résultats obtenus. Notons d'abord que l'installation de Hästings fonctionne avec la plus grande régularité depuis quatre années, qu'elle n'a nécessité aucune interruption pour une cause quelconque, et que les filtres ont donné, depuis l'origine, une eau de première qualité. Les filtres n'ont pas été ouverts depuis leur mise en place, en 1899.

Les analyses chimique et bactériologique de l'eau brute et de l'eau filtrée sont faites régulièrement par les chefs du laboratoire d'Hygiène publique. Elles ont constamment donné depuis l'origine des installations de Hästings et de Brede les résultats les plus satisfaisants qui classent l'eau d'alimentation de la ville au rang des eaux les plus pures. Je me bornerai à citer deux analyses exécutées, l'une en mai 1899, au début de l'installation, l'autre au mois de janvier 1904.

Rapport de M. Dupré (analyse de 1899).

Eau n° 1. *Brute*. — Cette eau est très trouble ; il s'y forme, par le repos, un dépôt de 13 milligrammes par litre, presque exclusivement formé d'oxyde de fer hydraté provenant, en très grande partie sinon en totalité, du sel de fer que l'eau contient en dissolution. L'eau surnageante, rendue limpide par sa filtration (sur un filtre en papier), contient 0^{mm},48 de fer dissous, quantité suffisante pour la faire rejeter soit comme boisson, soit pour les usages culinaires, bien

qu'elle ait une grande pureté organique, égale à celle de l'eau épurée et qui la rendrait propre à tous les usages domestiques si elle ne renfermait pas de fer.

Eau n° 2. *Effluent des filtres Hastings*. — Cette eau est limpide, légèrement teintée en bleu verdâtre et ne dépose pas du tout par le repos. Elle renferme une trace d'acide nitrique; elle est d'une extrême pureté organique et admirablement propre à la boisson et à tous les usages domestiques. Elle ne contient plus qu'une trace de fer. La filtration sur le carboferrite a éliminé le fer au point que les traces qu'elle en renferme sont absolument insignifiantes.

L'analyse des deux eaux a donné les résultats suivants :

	N° 1.	N° 2.
Par litre.	Eau brute.	Eau filtrée.
Résidu sec	0 ^{gr} ,321	0 ^{gr} ,360
Dépôt d'oxyde de fer.	0,014	néant
Fer dissous	0,00048	trace
Ammoniaque libre.	0,0000266	néant
Ammoniaque organique	0,0000308	0,00003
Bactéries ordinaires, par cent. cube . . .	110	2

Elle ne renferme, cela va sans dire, aucun microbe pathogène.

EAU EN JANVIER 1904

Rapport de M. Angell (Southampton).

N° 1. *Eau brute*. — Trouble et laissant déposer, par litre, au bout de quelque temps, 14 milligrammes d'oxyde de fer à peu près pur, qu'elle tenait en dissolution. En 100 000 parties, elle renfermait 0,011 d'ammoniaque libre et 0,003 d'ammoniaque combinée ($\frac{1}{100\ 000} = 10$ milligrammes par litre).

N° 2. *Eau filtrée*. — Eau limpide, incolore, ne dépose pas. Cette eau est d'une très grande pureté organique, excellente comme boisson et pour tous les usages domestiques. La filtration sous pression a pratiquement écarté complètement le fer en suspension et en dissolution. L'analyse a prouvé que le carboferrite a éliminé entièrement l'ammoniaque libre et l'ammoniaque organique.

Le maire de la ville de Hastings, que je suis heureux d'avoir l'occasion de remercier, à nouveau, de son aimable accueil, m'a confirmé le service de premier ordre rendu à la population par l'application du procédé Candy à la purification de l'eau qui alimente la cité. Il ajoutait que depuis l'installation des filtres épurateurs les maladies infectieuses attribuables à l'eau, dysenterie, fièvre typhoïde, etc., ont totalement disparu et que l'excellent état sanitaire, ainsi que la diminution de la mortalité, sont à son avis attribuables à l'excellente qualité de l'eau d'alimentation de Hastings.

II. — BEDFORD

La ville est alimentée par l'eau de puits creusés dans le terrain oolithique. Au mois d'août dernier, le docteur Thresh a soumis à l'analyse chimique l'effluent des filtres à carboferrite et à pression du système Candy. Il a constaté la grande pureté de cette eau qui ne renferme, par 100 000 parties, que 0,0004 d'ammoniaque libre et 0,0017 d'azote organique. — De son côté le docteur Phillips a procédé le 31 octobre 1903 à l'examen bactériologique de cette même eau. Il a constaté la présence, dans un centimètre cube, de 7 colonies de microbes seulement, après 2 jours de culture sur gélatine, et le même nombre encore, après une incubation de 50 heures. L'exemple de Bedford est un des plus remarquables qu'on puisse citer de l'efficacité des filtres à pression et carboferrite. L'eau sortant du terrain oolithique du Bedfordshire est excessivement chargée en fer. Les habitants de Bedford refusaient absolument de s'en servir pour les usages domestiques et plus encore comme boisson, à raison de son aspect et de sa saveur. Tous les procédés de filtration avaient échoué et n'avaient pu la débarrasser du fer en dissolution qu'elle renferme. Les filtres à pression Candy ont réussi à éliminer en totalité l'oxyde de fer en suspension et le fer dissous. Aujourd'hui cette eau est pure, limpide et sapide.

Au sortir des filtres, l'effluent traverse un lit de sable par l'intermédiaire de sprinklers, avant de se rendre dans les bassins de distribution. Les habitants de Bedford sont très heureux de s'alimenter avec cette eau excellente.

III. — COOMBE-BROOK

SOURCE EN TERRAIN TOURBEUX, SORTANT DE SOLS AGRICOLES FUMÉS
AU FUMIER DE FERME, A TEIGNMOUTH

Au mois de septembre 1903, le docteur Thresh a été appelé, sur la demande du Conseil du district de Teignmouth, à faire l'analyse chimique et bactériologique de l'eau épurée par le système à carboferrite de Candy sous pression.

Les résultats de son étude sont particulièrement intéressants en ce qu'il s'agit d'une eau de source, sortant de terres cultivées et ayant reçu du fumier de ferme, conditions qui se présentent fréquemment lorsqu'il s'agit de capter l'eau de ruisseaux ou de sources près d'un village ou au milieu de champs en culture.

Deux échantillons d'eau ont été prélevés le 15 septembre 1903; en voici la désignation et les caractères extérieurs :

1° *Eau de la source Coombe-Brook.* — Claire. Renferme en suspension un petit nombre de fragments et débris végétaux. Coloration très légèrement jau-

nâtre. Pas d'odeur. Cette eau présente des signes de pollution légère par le fumier.

2° *Eau de l'effluent des filtres à carboferrite.* — Limpide, coloration légèrement bleuâtre, pas d'odeur, aucune matière en suspension. Cette eau ne présente plus, à un degré quelconque, de signes de pollution par le fumier.

L'efficacité du filtre a été parfaite.

	Composition chimique des eaux en 100 000 parties.	
	N° 1.	N° 2.
Résidu sec	32,2	32,7
Chlore	2,92	2,92
Azote nitrique	0,03	0,03
Nitrites	néant	néant
Ammoniaque organique	0,0040	0,0035

Conclusion du docteur Thresh. — L'eau traitée par le carboferrite est excellente au point de vue chimique; la filtration a fait disparaître la coloration jaunâtre et les matières en suspension. Le filtre n'a rien cédé à l'eau, l'influence de la filtration sur les propriétés chimiques a été absolument satisfaisante. On va voir qu'elle n'a pas été moins favorable au point de vue bactériologique.

	Source N° 1.	N° 2. Source filtrée.
Nombre de micro-organismes, par centimètre cube, capables de se développer en 4 jours, sur gélatine	320	30
Bacillus enteriditis sporogènes, dans 200 centimètres cubes	néant	néant
Idem, dans 400 cc.	présent	néant
Bacillus Coli communis	présent dans 2 cent. cubes.	absent dans 16 cent. cubes.

Conclusion générale. — Eau filtrée d'excellente qualité. La filtration sous pression à travers le carboferrite est donc indiquée pour la purification de l'eau de sources plus ou moins gravement contaminées par les infiltrations d'eau de sols agricoles fumés et pour l'épuration d'eaux qui auraient reçu des déjections animales (bétail, hommes, etc.).

Il me paraît superflu d'insister, par d'autres citations, sur la valeur du procédé de purification des eaux de source par leur filtration, *sous pression*, à travers le carboferrite. Je rappellerai seulement que de nombreuses villes ont imité l'exemple de Hastings. Les corporations de Newport et de Cardiff ont donné la préférence à ces filtres sur tous les autres procédés. Luton et Lynmouth, lieux de fêtes du Devonshire ont adopté, avec l'assentiment du Local Government Board, les filtres Candy, au lieu d'étendre leurs filtres à sable. Beaucoup d'autres villes les ont imités et remplacé les filtres à sable par les filtres Candy pour l'épuration de leurs eaux potables.

Dans une conférence faite au mois de mai dernier à Manchester, M. le docteur Thresh, Medical Officer of Health du comité d'Essex, professeur d'hygiène publique au London Medical Hospital, a formulé dans les termes suivants, avec la haute autorité qui s'attache à sa personne, son opinion sur la valeur du carboferrite (1) pour la purification des eaux :

« Un traitement spécial, dit-il, s'impose dans les cas où le but de la filtration est la destruction de la matière organique en dissolution dans l'eau. Actuellement, le seul moyen de débarrasser l'eau de ces matières organiques (removal) dans lequel j'aie confiance, est la filtration au travers du carboferrite »

ÉPURATION D'EAUX DE RIVIÈRE

Nous venons de décrire le système de filtres par la combinaison de l'air comprimé et du carboferrite appliqué à l'épuration des eaux souterraines, sources et puits. La purification des eaux de fleuves et de rivières, toujours contaminées plus ou moins par les eaux ruisselantes ou d'infiltration se fait par le passage successif, à la pression ordinaire, des eaux à traiter, à travers des couches de sable et de carboferrite disposées par lits dans les chambres d'épuration. L'eau du fleuve ou de la rivière est déversée à la surface de ces chambres et descend par son propre poids. L'effluent est recueilli à la base de ces chambres et dirigé suivant les cas, par gravitation ou par des pompes foulantes, dans les bassins ou dans les conduites d'alimentation des centres de population.

Les installations de ce genre sont nombreuses déjà; on en rencontre à Dorking, à West-Hants, Christchurch (rivière Avon), à Reading (rivière Kennet), à Egham (Tamise). Je me bornerai à faire connaître ici les installations d'Egham et de Reading qui donnent une idée exacte de l'importance et des résultats remarquables du procédé de purification par les chambres à carboferrite.

1. — EGHAM

Purification de l'eau de la Tamise.

L'établissement d'Egham, exploité par la South-West Suburban Company de Londres, a reçu récemment de M. Candy de grands perfectionnements : il peut être considéré comme un type parfait de système d'épuration de l'eau de rivière. M. Candy a bien voulu me donner sur place des explications détaillées sur les dispositifs nouveaux très ingénieux qu'il a adoptés; mais je dois me borner à indiquer les grandes lignes de cette très remarquable installation, par

(1) Voir la composition du carboferrite, p. 18

discrétion d'abord (cette installation devant être brevetée dans quelques jours), puis afin de ne pas dépasser les limites que je me suis tracées pour cette étude.

Egham est situé au bord de la Tamise, en amont et à 25 kilomètres environ de Londres. L'eau du fleuve y est très trouble, boueuse, fortement colorée en jaune brun. La prise d'eau, pour l'épuration, est à quelques mètres de distance des lits, au nombre de six, en contre-bas de 5 à 6 mètres par rapport à eux. Chacune des chambres d'épuration dont la figure 9 donne une vue d'ensemble, a une profondeur de 3^m,50 et une surface de 446,52 mètres carrés

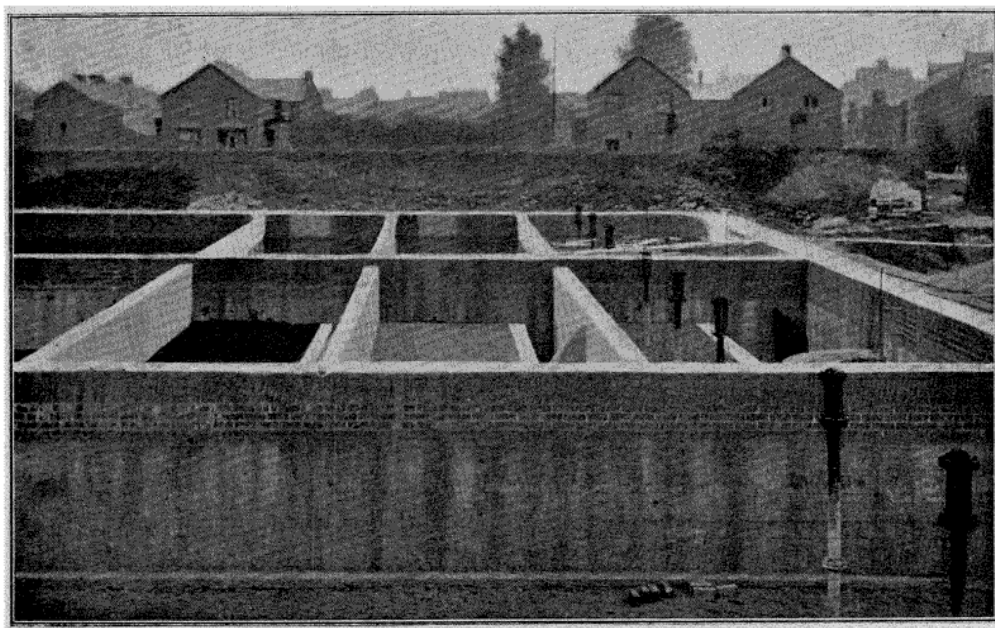


Fig. 9. — Épuration de l'eau de la Tamise à Egham. Les premiers bassins à droite de la figure sont vides; les deuxièmes bassins préparatoires sont remplis de sable et de gravier; les troisièmes bassins, côté gauche, sont les chambres épuratrices à carboferrite.

(36^m,60 × 12^m,20). Une pompe aspirante mue par la force motrice dont je parlerai tout à l'heure, amène l'eau du fleuve par des tuyaux en fonte de 40 centimètres de diamètre dans une première chambre où elle se dépouille des impuretés solides : gravier, feuilles, débris de bois, etc., qui la souillent. L'eau, épurée par des traitements pour ainsi dire automatiques (deux hommes suffisent à surveiller les opérations), est refoulée dans les réservoirs. La filtration s'opère à raison de 130 mètres cubes par mètre carré de surface des lits à carboferrite, par 24 heures. On épure par jour, à Egham 1 500 000 gallons, soit

6 810 000 litres ou 6 810 mètres cubes qui sont distribués dans le district de Windsor par des canalisations n'ayant pas moins de 160 kilomètres de longueur.

Une machine à vapeur de la force de 400 chevaux est chargée de cette distribution qui s'effectue sous une pression considérable à raison de la différence de niveau d'Egham avec les centres de consommation de l'eau (11 atmosphères).

De là, elle se dirige dans les trois premiers lits d'épuration à ciel ouvert remplis de graviers et de sable. Dans les premières chambres, l'eau subit une épuration partielle, puis elle est dirigée à la surface des chambres à carboferrite, d'une disposition nouvelle, qui contiennent des lits de carboferrite de 0^m,73 à 0^m,80 d'épaisseur, disposés sur un lit de gravier et recouverts de sables dont la finesse de grain a été déterminée par des expériences antérieures.

On peut juger de l'énorme masse d'impuretés de tout genre que charrie la Tamise lorsqu'on assiste, comme il nous a été donné de le faire, à l'évacuation des dépôts qu'un dispositif très ingénieux permet de séparer de l'effluent à la base des lits à carboferrite; un coup de chasse qu'on renouvelle tous les trois ou quatre jours, expulse un flot de boue épaisse, infecte et qui contient les matières organiques et minérales enlevées à l'eau du fleuve dans le cours de son épuration.

Comme tous les services d'eau de l'Angleterre, les installations d'épuration d'Egham sont soumises au contrôle des officiers de santé publique, ainsi qu'on les appelle. Je dois à l'obligeance de M. le docteur Thresh communication de son rapport sur l'analyse chimique et bactériologique de l'eau de la Tamise à Egham, avant et après son passage au travers des chambres d'épuration. Ces analyses ont été faites le 1^{er} octobre 1904.

N° 1. — Eau de la Tamise prélevée avant son arrivée sur le lit n° 6.

Cette eau a tous les caractères d'une eau de rivière brute, mais elle ne renfermait pas, le 1^{er} octobre 1904, autant de matières organiques que d'ordinaire.

N° 2. — Eau prélevée dans l'effluent du lit à carboferrite.

Cette dernière prend rang parmi les eaux de la plus grande pureté organique. Les résultats du dosage de l'ammoniaque libre et de l'ammoniaque combinée donnent la mesure de l'épuration résultant de la filtration.

	En 100 000 parties (1) ammoniaque libre.	Ammoniaque organique.	Amélioration par rapport à l'eau brute.
Tamise.	0,0042	0,0135	
Effluent du lit à carboferrite.	0,0012	0,0020	85 p. 100

Le procédé de filtration a éliminé la presque-totalité de la matière organique.

(1) 1/100 000 représente 10 milligrammes, par litre d'eau.

*Analyse de l'eau de la Tamise avant et après son épuration
par les lits à carboferrite.*

N° 1. — Caractères physiques, eau trouble, débris d'origine animale et végétale; coloration légère, pas d'odeur.

N° 2. — Eau tout à fait limpide, teinte à peine jaunâtre, pas d'odeur.

Composition chimique.

	100 000 parties contiennent :	
	N° 1. Tamise.	N° 2. Eau épurée.
Résidu sec.	30,3	39,0
Chlore.	1,6	1,6
Azote nitrique	0,23	0,23
Nitrites	Néant.	Néant.
Fer, plomb, cuivre, zinc.	Néant.	Néant.
Ammoniaque libre	0,0042	0,0012
Ammoniaque organique.	0,0135	0,0020
Oxygène absorbé à 15° en 3 heures.	0,1050	0,0735

La matière organique a été pour ainsi dire complètement éliminée par la filtration. Le coefficient d'amélioration de l'effluent par rapport à l'eau du fleuve non traitée est de 85 p. 100.

L'examen bactériologique de l'eau d'Egham filtrée a constamment démontré l'absence de tous les germes pathogènes : Bacille Coli communis, B. enteritidis sporogènes, Bacilles d'Eberth, etc. Les bactéries, qu'on trouve dans l'effluent, en nombre très inférieur à celui qu'on constate dans l'eau brute de la Tamise, appartiennent au groupe inoffensif des bactéries ordinaires des eaux.

L'usine d'Egham alimente une population de 100 000 âmes, répartie entre différentes villes. L'eau épurée est d'une limpidité cristalline; elle est absolument dépourvue de toute odeur, tandis que l'eau de la Tamise avant son épuration est trouble, jaunâtre et fréquemment désagréablement odorante. Je me suis assuré, par la dégustation sur place de l'eau épurée, de ses qualités organoleptiques; elle est sapide, fraîche et agréable à boire.

Dans la région de Windsor alimentée par l'eau d'Egham, le service hygiénique a signalé constamment un état sanitaire excellent.

II. — READING

*Purification de l'eau de la rivière Kennet, par percolation
à travers le carboferrite.*

L'épuration de l'eau de la rivière Kennet, par les procédés qui portent le nom de *Reading Chamber System* que nous allons décrire sommairement, remonte

à l'année 1891. L'usine dirigée par M. A. T. Walker, ingénieur de la Société de *Reading*, compte donc aujourd'hui treize années d'existence. C'est à Reading que les chambres à carboferrite imaginées par M. F. Candy ont reçu leur première application.

A Reading, ainsi que le montre la photographie (fig. 10), l'eau de la rivière

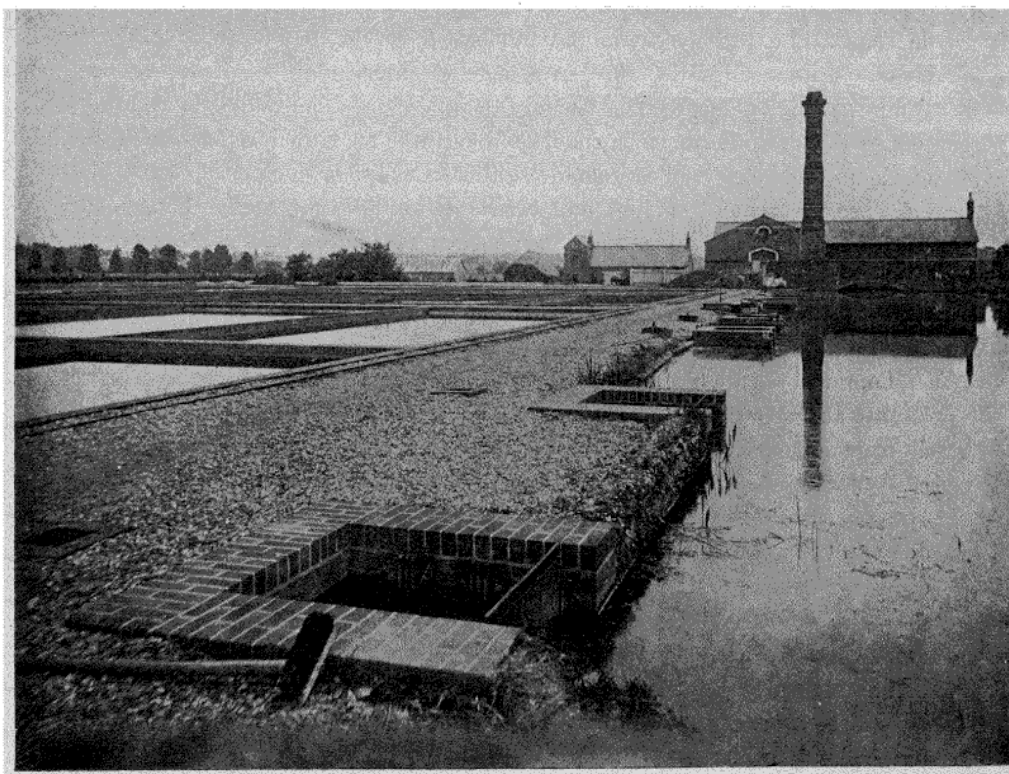


Fig. 10. — Vue de la prise d'eau de la rivière Kennet et des chambres à carboferrite installées en 1891 à Reading.

passé directement par une chambre à grillage qui retient les matériaux flottants et s'écoule verticalement, au sortir de ce réservoir, à travers une série de chambres à carboferrite. Ces chambres d'une longueur de 20 mètres chacune renferment une couche de carboferrite de 1^m,50 d'épaisseur; elles épurent de 65 à 98 mètres cubes par mètre carré de lit à carboferrite, en 24 heures.

Le succès de ce mode de purification avait été tel depuis dix ans que lorsque récemment, en 1901, il a fallu fournir, sur la demande de la ville, un volume

d'eau potable beaucoup plus considérable, la *Reading Corporation* a augmenté la surface des chambres à carboferrite, en créant à Southcote de nouvelles installations qui permettent d'épurer 1 000 000 de gallons, en plus, par jour (4 500 mètres cubes).

Après de longues années d'emploi du carboferrite, l'ingénieur de Reading s'exprime comme suit, sur la valeur de cette matière introduite et appliquée depuis seize ou dix-sept ans par M. F. Candy, dans les installations d'épuration de l'eau : « Le carboferrite ne produit pas de rouille, il est insoluble, il agit comme matière filtrante, dure, résistante et absorbante. » Sir Henry Roscoe, l'éminent chimiste de Manchester qui l'a étudié et en a déterminé la composition, a tiré de son examen la conclusion suivante : « La nature poreuse de cet oxyde magnétique, employé dans les filtres Candy, sa complète insolubilité, l'absence de rouille, en font une excellente matière filtrante. » L'ingénieur Walker ajoute : « Une expérience de douze ans et les résultats obtenus dans la filtration de centaines de millions de gallons par année, au travers du carboferrite, par le procédé simple et naturel de percolation, me permet de confirmer entièrement le jugement de sir Roscoe. »

Comme indication du haut degré de purification de l'eau de la rivière Kennet aux usines de Reading, je me bornerai à rapporter les analyses récentes de M. le docteur Thresh, directeur du Laboratoire d'hygiène publique de chimie et de bactériologie du London Hospital. Les échantillons d'eau prélevés le 4 février 1904 dans le Kennet et dans l'effluent des chambres à carboferrite ont donné les résultats consignés dans le rapport que je dois à l'obligeance du docteur Thresh.

« L'eau de la rivière avant épuration est tout à fait trouble, et contient une grande quantité de matière organique. Elle est absolument impropre aux usages domestiques.

« L'eau sortant des chambres à carboferrite est tout à fait limpide et ne renferme plus qu'une quantité si infime de matière organique qu'elle doit être classée parmi les eaux d'une grande pureté organique.

« Le passage à travers le carboferrite a produit une amélioration extraordinaire; la presque-totalité de la matière organique a été oxydée et transformée en nitrates : la dureté de l'eau a légèrement augmenté. Cette eau est excellente; 100 000 parties renferment (1) :

	100 000 parties renferment (1) :	
	Analyse chimique.	
	Avant filtration.	Après filtration.
Résidu sec total à 180° C.	28,9	32,8
Chlore	1,3	1,3
équivalent à chlorures.	2,1	2,1

(1) 1/100 000° correspond à 10 milligrammes par litre d'eau.

	100 000 parties renferment : Analyse chimique.	
	Avant filtration.	Après filtration.
Azote nitrique.	0,23	0,4
— équivalent à nitrate.	1,37	2,4
Nitrites.	néant	néant
Plomb, cuivre, zinc, fer.	néant	néant
Azote organique.	0,214	0,0043
Oxygène absorbé en trois heures à 13° C.	0,391	0,124
Dureté.	13	

A ces analyses chimiques, il convient d'ajouter les résultats de l'examen bactériologique. L'eau de la Kennet est souillée par les eaux de drainage des sols qu'elle longe, et qui sont fortement engraisés au fumier de ferme.

Avant son passage dans les chambres à carboferrite, l'analyse bactériologique y a décelé, par centimètre cube, 1300 micro-organismes, dans les cas les plus favorables, et jusqu'à 16 800 dans les conditions les plus défavorables.

Le tableau ci-dessous indique les nombres moyens de microbes constatés dans 11 analyses de l'eau non filtrée et le pourcentage de purification des mêmes eaux par les chambres à carboferrite.

Nombre moyen de bactéries dans l'eau de la rivière avant filtration.	Pourcentage moyen des bactéries éliminées par les chambres.
3,800	98,0
3,600	97
2,529	99
16,800	98,3
2,900	99,8
2,300	99,0
1,278	98,4
8,400	99,3
1,500	97,3
14,800	95,4
7,933	98,2

Ces résultats très remarquables ont déjà provoqué beaucoup d'autres installations du système Candy. J'ai indiqué dans la note de la page 46 les principales villes d'Angleterre et de l'étranger où est installée la purification des eaux potables, de source, de rivières, par les procédés appliqués à Hastings, à Egham et à Reading.

ARTS MÉCANIQUES

UNIFICATION DES PETITS FILETAGES

Nota. — Pour compléter les documents déjà publiés dans le *Bulletin* sur la question de l'unification des filetages des vis de petit diamètre (Voir *Bulletin* de septembre 1904, p. 647), nous reproduisons ci-après la note de M. le général Sebert, au sujet du premier rapport, présenté par M. Zetter au syndicat professionnel des industries électriques, et qui se trouvait annexée au dossier communiqué par M. E. Sartiaux.

Nous reproduisons également à la suite la traduction du rapport présenté, en 1884, à l'Association britannique pour l'avancement des Sciences et concluant à l'adoption de la Série Thury, traduction qui accompagnait cette note, ainsi que les renseignements qui y étaient également joints sur les vis employées par les chantiers de la Seyne et sur les vis de la maison Carpentier, ou série en pas Baudot.

Le *Bulletin* a d'autre part déjà reproduit (février 1904, p. 154) le quatrième document qui accompagnait cette note savoir : le projet d'instruction de M. le directeur des constructions navales Berrier Fontaine.

NOTE N° 1 AU SUJET DU PROJET D'UNIFICATION DES VIS DE PETIT DIAMÈTRE PRÉSENTÉ PAR LA 2^e COMMISSION (1) DU SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Ce projet s'applique aux vis de diamètre inférieur à 6 millimètres et vise spécialement celles qui sont employées dans la construction des appareils électriques.

Il propose d'admettre pour ces vis, jusqu'au diamètre de 2 millimètres inclus, des dispositions imitées de celles qui ont été adoptées sous le nom de système international, pour les vis dites mécaniques de diamètre supérieur à 6 millimètres, à la suite du Congrès tenu à Zurich en 1898.

Les règles fixées par ce congrès pour la détermination du profil et des détails du tracé des filets sont appliquées sans changement.

Les diamètres choisis pour les vis varient par demi-millimètre et les pas correspondants ne varient que de deux en deux diamètres.

Des règles accessoires sont indiquées aussi pour la fixation des dimensions principales des têtes de vis et de l'ouverture des clés.

Je résumerai successivement les quelques observations de détail que peuvent

(1) Commission présidée par M. Eugène Sartiaux; rapporteur : M. Zetter.

soulever ces différents points, en commençant par la question principale du choix des diamètres et des pas correspondants.

1° *Choix des diamètres.* — Tout d'abord je dois déclarer que si l'on admet la convenance et l'opportunité de faire table rase des types déjà adoptés, en plusieurs pays, pour les vis dont il s'agit, sous le nom de *vis horlogères*, il est certain que le système indiqué qui constitue une extension logique du système des *vis mécaniques* originairement proposé par la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale et adopté comme *Système international*, à la suite des Congrès de Zurich de 1898, est, par ce fait même, convenablement choisi, sous réserve toutefois de l'observation que je formulerai plus loin au sujet des valeurs choisies pour la gradation des pas. En laissant donc provisoirement de côté cette question du choix des pas à adopter, on peut dire que les types de vis proposées, qui varieraient en diamètre par demi-millimètre, depuis 2 jusqu'à 6 millimètres, paraissent de nature à répondre aux besoins.

Ils formeraient une série prolongeant, par le bas, la série des vis mécaniques du système international et chevaucheraient sur la série des vis horlogères du système Thury, en faisant double emploi avec les 10 plus fortes vis (numéros 0 à 9 inclus) de cette série, si l'on admet que l'on conserve concurremment ces dernières en réduisant cette série aux 16 vis portant les numéros 10 à 25 et allant du diamètre 1 millimètre au diamètre 0^{mm},25, si l'on admet la substitution des vis en nouveau système aux vis correspondantes de cette série horlogère, en faisant disparaître l'emploi de ces dernières.

L'ensemble des vis définies, tant par le système international que par le système des vis horlogères et le système nouveau proposé, comporte en effet 19 vis mécaniques principales, décroissant depuis 148 jusqu'à 6 millimètres et variant, par nombres pairs de millimètres, depuis 12 jusqu'à 4 millimètres, 26 vis horlogères, portant les numéros 0 à 25 et allant du diamètre 6 mm. au diamètre 0^{mm},25 et enfin les 8 vis nouvelles proposées, s'appliquant à des diamètres compris, à très peu près, entre les mêmes limites (6 et 12 millimètres) que les 10 vis qui portent les numéros 0 à 9 inclus du système des vis horlogères. — La question qui se pose est donc de savoir s'il convient de conserver ces dernières, concurremment avec les 8 vis nouvelles ou de leur substituer celles-ci, en ne faisant commencer dorénavant la série des vis horlogères qu'au numéro 10, ou même s'il ne conviendrait pas de supprimer entièrement la série des vis horlogères, en y substituant un nouveau système dérivé aussi du système international des vis mécaniques. Un passage du rapport (page 5) soulève cette dernière question et je pense qu'il y a lieu d'examiner, avant d'aller plus loin, si réellement il convient d'admettre la condamnation absolue et la disparition éventuelle de la série des vis horlogères ou seulement sa réduction à une certaine partie de son étendue primitive.

Je dois rappeler, tout d'abord, que la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, comme le Congrès de Zurich, avait admis que pour les vis de diamètre inférieur à 6 millimètres, de construction normale, c'est-à-dire en laissant de côté, comme le fait le rapport, les vis à destination spéciale et notamment les vis dites à pas fins, on aurait recours aux vis de la série horlogère du système Thury, dont les dimensions sont, en réalité, basées sur le système métrique, bien qu'on énonce souvent le contraire et dont les types ont été adoptés déjà par les constructeurs de différents pays, et même en Angleterre (1).

Je sais bien que l'on peut reprocher à ces vis de n'avoir ni leurs diamètres, ni leurs pas exprimables en *nombres ronds* de millimètres, ni même en fractions simples de millimètres, mais il ne faut pas perdre de vue qu'au moins dans l'industrie horlogère, ces vis sont désignées, non par leurs diamètres, mais par leurs numéros d'ordre et que les bases d'établissement qui ont été adoptées pour le système permettent de déduire de ces numéros, par un calcul simple, les diamètres et pas de chacune de ces vis exprimés en millimètres et centièmes ou millièmes de millimètres, avec *deux chiffres significatifs seulement* dans chaque cas.

Il n'est pas inutile aussi de rappeler l'origine de la division de la collection complète des vis employées dans l'industrie en deux séries, la série des vis mécaniques s'arrêtant à un diamètre de 6 millimètres et la série des vis horlogères s'étendant au-dessous et de rechercher le motif de l'adoption de ce diamètre de 6 millimètres pour la séparation des deux séries.

Les vis de précision peuvent être obtenues par deux procédés, le filetage sur le tour, ou le taraudage à la filière (2). On a admis que le diamètre de 6 millimètres était le diamètre limite des vis susceptibles d'être obtenues par le filetage sur le tour. C'était, en effet, au moins il y a quelques années, la dimension de vis au voisinage de laquelle se faisait le changement du mode de fabrication, bien que dans maintes circonstances, on ait fabriqué, par taraudage, des vis de diamètre supérieur à 6 millimètres et qu'avec des outils de précision, il soit possible aussi d'obtenir, par filetage sur le tour, des vis de diamètre plus petit.

On a donc appliqué, au tracé des vis de diamètre supérieur à 6 millimètres, des règles inspirées par les exigences ou les convenances du travail sur le tour. — C'est ainsi notamment qu'on a été conduit à admettre un même pas commun à plusieurs vis consécutives, afin de ne pas rendre obligatoire le changement

(1) Voir Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. *Projets d'unification des filetages*, 1894. — Rapport de M. Sauvage, page 40 et *Unification des filetages*. — *Règles pour la construction des vis mécaniques*, 1894, page 9.

(2) Je laisse ici de côté le filetage au peigne, qui donne moins de précision et trouve surtout son application pour le filetage des tubes et pièces d'optique.

des engrenages du harnais du tour pour chaque changement de diamètre. C'est là une question sur laquelle j'aurai occasion de revenir plus loin.

En ce qui concerne le taraudage à la filière, il y a lieu de distinguer, aussi, l'emploi de la filière coupante et celui de la filière forcée. Cette dernière était presque seule employée à l'origine pour les petites vis, mais avec les progrès de l'industrie mécanique, la filière coupante employée pour les gros diamètres a été étendue peu à peu à des diamètres de plus en plus petits.

Cette filière, munie de dispositifs perfectionnés qui permettent de corriger les effets de l'usure et d'obtenir de légères variations de diamètre est utilisée, aujourd'hui, jusqu'au diamètre de 2 millimètres, dans les ateliers qui recherchent la précision et on est ainsi amené naturellement à admettre que dans l'ancienne série des vis horlogères, on peut établir actuellement deux catégories de vis pour lesquelles on pourra adopter deux types différents de construction, en rapport avec les modes de fabrication employés. On peut donc envisager séparément une première série de vis allant du diamètre de 6 à celui de 2 millimètres et une seconde série comprenant les vis au-dessous de ce dernier diamètre jusqu'au plus petit diamètre considéré.

On trouve ainsi la justification des propositions faites par des constructeurs, tels que MM. Barriquand et Marre, pour prolonger, au-dessous du diamètre de 6 millimètres et jusqu'à celui de 2 millimètres inclus, la série des vis établies d'après le système international, et par suite, la justification des propositions que formule aujourd'hui le Syndicat Professionnel des Industries Électriques, en ce qui concerne les vis destinées à l'appareillage électrique.

Il y a lieu de remarquer d'ailleurs, dans le même ordre d'idées, que ce n'est pas seulement pour cet appareillage électrique que l'emploi de ces nouvelles vis peut être recommandé, mais aussi pour la construction des instruments de précision en général et notamment pour celle des instruments de physique et des appareils de photographie.

Aussi la question a-t-elle déjà été soulevée de divers côtés, spécialement par les Congrès de Photographie et les Congrès d'Automobilisme et tout récemment par le Service des Constructions Navales du Ministère de la Marine, tant à propos du matériel électrique employé par ce Département qu'à propos du matériel de torpilles (1).

Mais le fait qu'indique le rapport de M. Zetter : que des administrations comme celle des Télégraphes, des Sociétés de Constructions comme celle des Forges et Chantiers de la Méditerranée ont conservé l'emploi des vis du sys-

(1) Voir (*Bulletin*, février 1904, p. 434) la note de M. Berrier-Fontaine, directeur du Génie maritime, en date de mars 1903, intitulée : *De l'adoption d'une série régulière de filetages pour les vis horlogères*, *Mémorial du Génie maritime*, 1903 et le résumé de cette note donné par l'annexe n° 1.

tème Thury ou du moins ce système légèrement modifié, devrait rendre prudent sur la décision à prendre.

Ce serait, en effet, s'écarter du but à atteindre que d'admettre, *pour les mêmes emplois*, l'usage simultané des 8 vis nouvelles et des 10 vis correspondantes de la série horlogère, puisque cela obligerait les constructeurs à posséder un double approvisionnement de vis pour les diamètres compris entre les limites de 2 à 6 millimètres, mais cette nécessité s'imposera néanmoins, *à titre transitoire*, jusqu'à ce que les vis du nouveau système aient pu être adoptées partout en remplacement des vis correspondantes du système Thury.

Toutefois, si je suis bien renseigné, les indications du rapport de M. Zetter doivent être modifiées sur ce point.

Ce n'est pas, en effet, la série des vis horlogères du système Thury, légèrement modifiées par la maison Carpentier que l'Administration des Télégraphes a adoptées et impose actuellement à ses fournisseurs, mais bien une série notablement différente qui a été employée originairement, par la Maison Carpentier, pour la construction des appareils Baudot et qui est désignée souvent sous le nom de série au pas Baudot.

Je joins à cette note un tableau qui fait connaître les principaux éléments de cette série, pas, diamètre et inclinaisons au fond du filet (Annexe N° 2).

Les diamètres varient par demi-millimètre de 6 à 1 millimètre, puis par dixième de millimètre, depuis 1 millimètre jusqu'à 0^{mm}3.

Entre 6 et 4 millimètres, le pas est donné en millimètres, en fonction du diamètre, par la relation $p = \frac{2d}{10} - 0,2$ et entre 4 et 1 millimètre, il est donné par

la relation $p = \frac{d}{10} + 0,2$ ce qui conduit à des valeurs différentes de celles des pas adoptés pour les vis de la série horlogère du système Thury.

Quant au profil du filet, ce n'est pas davantage le profil des vis Thury, mais bien le profil en triangle équilatéral; avec troncature au fond et au sommet des filets, dérivé du système international. On voit donc que ces vis ne peuvent être assimilées à celles de la série horlogère du système Thury.

Les vis employées par la Maison Darras (ancienne maison Deschiens) ne sont autres que les vis de la Maison Carpentier qui lui a fourni les filières pour les fabriquer.

Quant aux vis employées par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, dans ses chantiers de la Seyne, elles sont réellement empruntées à la série des vis horlogères du système Thury, mais elles ne se rapportent qu'à 6 des numéros de cette série, savoir,

les numéros	0,	2,	3,	4,	5	et	7,
correspondant aux diamètres	6,	4,7,	4,4,	3,6,	3,2,		2,5 ^{mm}

Les chantiers de la Seyne ont d'ailleurs été amenés à fixer des dimensions pour les différentes formes de tête employées avec ces vis (têtes cylindriques, têtes coniques, têtes sphériques et têtes à 6 pans) et ils ont établi, en outre, pour la plupart des numéros, plusieurs types d'après la longueur des tiges filetées ou de leur partie lisse. Ils ont constitué ainsi 3 types du N° 0 et autant du N° 2, 8 types du N° 3, 6 types du N° 4, 8 types du N° 5 et 2 types du N° 7, soit en tout 30 types de vis qui sont désignés par des numéros d'ordre spéciaux. L'annexe N° 3 à cette note donne le tableau des dimensions principales de ces vis.

On remarquera que pour le diamètre de 6 millimètres qui figure à la fois dans la série des vis horlogères du système Thury et dans la série des vis mécaniques du système international, les chantiers de la Seyne ont choisi la vis du système Thury. — Ce choix a été fait avec l'assentiment du contrôle de la marine, mais l'emploi de cette vis est limité aux appareils électriques.

En dehors de l'emploi qui est fait largement des vis de la série Thury dans les maisons de construction d'appareils d'horlogerie, il y a lieu de tenir compte aussi de leur adoption, officielle ou de fait, en certains pays, notamment en Suisse, en Allemagne et en Angleterre et de la sanction qui a été donnée jusqu'ici à cette adoption par les décisions du Congrès de Zurich.

Il y a surtout, à mon avis, à tenir compte de l'appui que l'Association Britannique pour l'avancement des Sciences a donné à ce système et qui constitue un argument en faveur de l'adoption du Système métrique en Angleterre.

Je rappellerai, à ce propos, qu'à l'Exposition Universelle de 1889, la maison David et Tinnes de Londres (14 Charles Street, Hatton Garden) exposait déjà une collection de vis établies d'après le système des vis horlogères de Thury, conformément aux conclusions d'un rapport présenté en 1884 à la session de Montréal par l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences. On verra, dans ce rapport, dont je joins à cette note une traduction (annexe N° 4), que la Commission insistait sur ce point que ce système a pour base le système métrique et qu'il peut être appliqué sans difficulté en Angleterre, même en faisant usage, pour la préparation de l'outillage, de tours munis de vis mères filetées au pas d'un pouce anglais (1). Il y a donc là, comme je le dis plus haut, un argument à retenir en vue de l'adoption du système métrique dans les pays britanniques. Dans ces conditions, ce qu'il me paraît opportun de faire, est d'arrêter aussi complètement que possible, la liste des industries ou des administrations pour lesquelles on continuerait à se servir, au moins provisoirement, dans son intégralité, de la série des vis horlogères du système Thury et de déterminer, d'autre part, la liste des industries ou la nomenclature des fabrications pour lesquelles on étendra au-dessous de la limite du diamètre de 6 millimètres, l'ap-

(1) Voir aussi, au sujet de cette dernière question, la note parue dans *la Nature* du 30 janvier 1904, reproduite à la fin de l'annexe précitée.

plication du système international, en reculant d'autant le point de départ de la série des vis du système Thury qui serait toujours conservée pour les plus petits diamètres.

Il y aurait, dès lors, à fixer le diamètre servant de limite à la nouvelle série formée par extension du système international. Cette limite, d'après ce que j'ai rappelé plus haut, doit évidemment être déterminée d'après le mode habituel de fabrication des vis, en la faisant coïncider, autant que possible, avec le point où l'on substitue ordinairement l'emploi de la filière forcée à celui de la filière coupante. D'après les propositions de la Maison Barriquand et Marre, cette limite se trouverait fixée à 2 millimètres inclus, c'est-à-dire que les vis de la série horlogère du système Thury ne seraient conservées qu'à partir du numéro 9 qui correspond au diamètre de 1^{mm}9, suivant immédiatement ce diamètre de 2 millimètres.

La maison Carpentier, reculant encore la limite de fabrication de précision, pousse la nouvelle série des vis obtenues à la filière coupante jusqu'au diamètre de 1 millimètre inclusivement, ce qui ne laisserait subsister de la série primitive des vis horlogères que les onze vis portant les numéros de 13 à 23.

Les propositions du service des Constructions navales du port de Toulon vont plus loin et étendent jusqu'à l'extrémité de la série horlogère, c'est-à-dire jusqu'au diamètre de 0^{mm}, 23, l'application du nouveau système dérivé du système international, mais ces propositions paraissent avoir été faites en faisant abstraction des difficultés provenant du mode de fabrication et j'ai indiqué précédemment les motifs qui me paraissent devoir inciter à ne pas pousser aussi loin la réforme. Je pense que, dans l'état actuel de l'industrie en général, ce serait aussi aller un peu trop loin que de descendre jusqu'au diamètre de 1 millimètre, comme le fait la maison Carpentier, pour l'emploi de la filière coupante et l'application du nouveau système de vis, et je serais d'avis, en conséquence, de s'en tenir comme limite au diamètre de 2 millimètres, ainsi que le fait la maison Barriquand et Marre et que le propose le rapport présenté à la Chambre syndicale des industries électriques.

Ceci admis, la gradation des diamètres proposés variant par demi-millimètre depuis 6 millimètres jusqu'à 2 millimètres inclus, et donnant 8 vis qui seraient à substituer aux 6 vis portant les numéros 0 à 5 de la série horlogère, comprises entre les mêmes limites, me paraît convenablement choisie.

Cette série est d'accord, au point de vue des diamètres, tant avec la série Carpentier ou Baudot, admise par l'administration des Télégraphes, qu'avec la série des vis déjà utilisée par la plupart des constructeurs.

C'est seulement dans le projet présenté par le service des Constructions navales que l'on prévoit, au-dessous de 3 millimètres, des vis variant en diamètre par dixièmes de millimètre, mais cette multiplication des types ne paraît

pas bien nécessaire et je pense que l'on peut s'en tenir à la solution proposée dans le rapport.

2° *Gradation des pas.* — En ce qui concerne la gradation des pas, le rapport, reproduisant les dispositions proposées par MM. Barriquand et Marre, et suivant en cela les règles admises pour les vis mécaniques du système international, ne fait varier le pas que de 2 en 2 millimètres et propose, pour les pas correspondant aux 8 diamètres, les valeurs suivantes :

Diamètres.	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas correspondants.	0,5	0,5	0,6	0,6	0,75	0,75	0,9	0,9

Il y a lieu de remarquer, à propos de ces propositions, tout d'abord, que l'on arrive ainsi, pour la vis de 2 millimètres, à un pas très sensiblement supérieur à celui qui est admis, tant pour les vis du système Thury que pour les vis de la maison Carpentier, ou encore pour les vis proposées par le service des Constructions navales. Dans tous ces systèmes, la vis de 2 millimètres de diamètre a, en effet, un pas de 0^{mm}, 4, et ce n'est qu'à partir du diamètre de 3 millimètres au moins qu'on trouve le pas de 0^{mm}, 5. Cela peut avoir pour résultat de trop affaiblir les petites vis de 2 millimètres.

D'autre part, il y a lieu d'observer que si, pour les vis faites par filetage sur le tour, il y a intérêt, dans le but d'éviter des complications d'outillage, à réduire le nombre des pas employés, il n'y a aucun motif pour procéder de même pour les petites vis obtenues à la filière, puisque, pour ces dernières, il faut autant de filières qu'il y a de diamètres. Il n'y a donc aucune raison pour ne pas attribuer à chaque diamètre le pas qui lui convient le mieux, afin d'obtenir, pour la pente du filet, la valeur qui a été reconnue nécessaire pour assurer une bonne tenue de la vis et une solidité suffisante.

C'est ce qui a été fait pour la série horlogère de Thury, comme pour la série Carpentier au pas Baudot, ou encore pour la série récemment proposée par le service des Constructions navales. Pour ces divers motifs, je pense qu'il serait préférable d'adopter, pour les 8 vis nouvelles qu'il s'agit d'introduire, des pas un peu différents de ceux qu'indique le rapport de M. Zetter, en faisant décroître la gradation des pas un peu plus rapidement que ne le fait ce rapport de façon à arriver à 0^{mm}, 4 au lieu de 0^{mm}, 5 pour le pas correspondant au diamètre de 2 millimètres, et en attribuant, à chaque diamètre, un pas différent. La gradation adoptée par la maison Carpentier qui donne des valeurs plus simples que celles proposées par M. Berrier Fontaine me paraîtrait pouvoir être avantageusement adoptée. On aurait alors, pour les pas et diamètres des nouvelles vis, les valeurs suivantes, au-dessous desquelles j'ai indiqué, à titre de comparaison, les valeurs proposées dans le rapport et celles que propose M. Berrier-Fontaine.

Diamètres.	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas à adopter.	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9
Pas proposés par M. Zetter. .	0,5	0,5	0,6	0,6	0,75	0,75	0,9	0,9
Id., par M. Berrier-Fontaine.	0,4	0,475	0,55	0,625	0,7	0,775	0,85	0,925

3° *Forme du filet.* — Le rapport propose d'adopter, pour le profil du filet, la forme en triangle équilatéral avec angles, au sommet et au fond, abattus par une troncature menée au huitième de la hauteur du filet, ce qui correspond à peu près au dixième de la valeur du pas.

Ce sont les propositions admises pour les vis mécaniques du système international, et elles me paraissent pouvoir être acceptées; ce sont du reste celles qu'admet le projet du service des Constructions navales.

La maison Carpentier avait adopté le même profil pour les vis employées par l'administration des télégraphes, mais avec troncatures faites de façon à laisser à la saillie des filets tronqués une hauteur totale de 0,65 du pas, ce qui donnait pour la troncature 0,175 du pas, ou 0,20 environ de la hauteur. Cette troncature était donc sensiblement plus faible que celle proposée.

4° *Dimensions des têtes et des clés.* — Le rapport fixe des proportions déterminées pour les dimensions des têtes des différentes formes de vis et de leurs écrous, ainsi que pour l'écartement des clés à employer ou pour l'épaisseur et la profondeur des fentes pour tourne-vis. Par suite de la diversité de ces formes et en mettant à part les vis à tête conique fraisée, destinées à être encastées et pour lesquelles la forme de la tête influe sur l'interchangeabilité, on peut trouver qu'il n'est pas bien utile de chercher à fixer ces dimensions qui peuvent varier sans grands inconvénients, d'autant plus que, pour être complet, il faudrait prévoir aussi les vis à tête sphérique ou en goutte de suif et surtout les vis à tête carrée, avec épaulement cylindrique, qui sont assez fréquemment employées dans les appareils de précision.

Les dimensions indiquées sur la planche jointe au rapport ont été calculées en fonction du diamètre des vis par les formules suivantes, en arrondissant les résultats du calcul, de façon à les exprimer au plus en quarts de millimètre.

Hauteur des têtes de vis ou des écrous (vis hexagonales ou cylindriques).	$h = 1,8 \ d$
Hauteur des têtes de vis coniques, déterminées par le tracé de cônes dont les génératrices sont inclinées à 60°, soit.	$H' = 0,48 \ d$
Diamètres des têtes de vis cylindriques ou coniques.	$d = 1,8 \ d$
Écartement des faces opposées (pour les vis à tête hexagonale et pour leurs écrous).	$e = 1,8 \ d$
Ouverture des clés pour les mêmes.	$o = 1,73 \ d$

On arrive ainsi à des dimensions qui diffèrent un peu de celles adoptées par les Chantiers de la Seyne pour les vis qui se rapprochent le plus de celles proposées.

Ces dimensions me paraissent cependant pouvoir être acceptées, sauf toutefois celles résultant des formules indiquées, sur la planche, pour le calcul des dimensions des têtes hexagonales et des écrous de même forme qui devraient être évidemment rectifiées.

La valeur $1,8 d$ ne peut, en effet, être celle de l'ouverture des clés, comme il est indiqué sur la planche, mais bien celle du diamètre de la tête; car l'ouverture de la clé ou plutôt l'écartement des côtés parallèles du 6 pans est donné comme l'indique le texte par la valeur $e = 1,732 d$, d étant toujours le diamètre du corps de la vis et, pour fixer exactement l'ouverture de clé correspondante, il faudrait augmenter la valeur ainsi calculée d'une petite quantité égale au jeu à ménager.

Les vis de petit calibre — à l'exception des vis à tête carrée avec embase cylindrique qui sont surtout faites pour être serrées avec une clé — étant d'ailleurs habituellement pourvues d'une fente pour l'introduction de la lame d'un tourne-vis, il paraît peu utile de fixer des dimensions pour l'ouverture des clés. Tout au moins, si on veut réglementer ce détail, il conviendrait de fixer surtout les dimensions des têtes carrées et l'ouverture des clés correspondantes.

Je pense qu'on devrait donner à ces têtes et à leur embase cylindrique le même diamètre que pour les têtes cylindriques, mais il faudrait prévoir, pour la hauteur totale, une valeur plus grande, soit par exemple $H = 1,5 d$ au lieu de $H = 0,75 d$, en donnant à l'embase cylindrique le tiers de la hauteur totale soit une hauteur $H = 0,5 d$, de façon à laisser à la partie carrée une hauteur égale à d .

Pour les vis coniques à tête fraisée, il y a lieu d'examiner s'il convient de les laisser entièrement coniques à arêtes vives ou s'il n'est pas préférable d'abattre l'arête vive par un chanfrein cylindrique, comme l'ont prévu les Chantiers de la Seyne. Cette dernière disposition constitue un mode de fabrication plus soigné, mais crée plus de difficulté de travail, surtout pour le fraisage du logement de la tête.

On pourra donc prévoir les deux cas, pour répondre à tous les besoins, et il suffira, pour cela, d'ajouter aux règles indiquées par le rapport des formules donnant la hauteur du chanfrein cylindrique à prévoir le cas échéant. Cette hauteur pourrait être fixée au dixième du diamètre de la vis et viendrait augmenter d'autant la hauteur de la tête.

Il y aurait aussi, pour être complet, à fixer le diamètre des têtes sphériques des vis dites en goutte de suif. On pourrait le fixer au même diamètre que pour les vis cylindriques.

Enfin, il y aura lieu encore d'examiner ce qu'il convient de faire pour les dimensions de la fente destinée à recevoir la lame du tourne-vis.

Le rapport propose, pour ces fentes, une largeur variant avec le pas et égale

ANNEXE N° 2 A LA NOTE DU 27 FÉVRIER 1904

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA SÉRIE DES VIS DE PRÉCISION
DE LA MAISON CARPENTIER (SÉRIE BAUDOT)

Diamètres. m/m	Pas. m/m	Inclinaison au fond du filet (Tangente).
6	1	0,068
5,5	0,9	0,066
5	0,8	0,064
4,5	0,7	0,062
4	0,6	0,059
3,5	0,55	0,063
3	0,5	0,068
2,5	0,45	0,075
2	0,4	0,086
1,5	0,35	0,107
1	0,3	0,156

Nota. — Entre les diamètres de 6 et 4 millimètres, la relation entre les pas et les diamètres est donnée par la formule :

$$p \frac{2d}{10} + 02$$

entre 4 et 1 millimètres elle est donnée par la formule :

$$pp \frac{2d}{10} + 02.$$

ANNEXE N° 4 A LA NOTE DU 27 FÉVRIER

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Session de Montréal, 1884.

Second rapport de la Commission composée de : Sir Joseph Whitworth, Sir W. Thomson, Sir F.-J. Bramwelle, M. A. Stroh, M. Beck, M. W. H. Preece, M. E. Crompton, M. E. Bigg, secrétaire, M. A. Le Neve Foster, M. Latimer Clark, M. H. Trueman Wood et M. Buckney, nommée pour déterminer une règle (Gauge) pour la fabrication des diverses petites vis employées dans les appareils télégraphiques et électriques, dans l'horlogerie et pour les autres usages analogues.

1. — Depuis la présentation de son premier rapport sur une règle de construction des petites vis à la session de l'Association, tenue en 1882, à Southampton, cette Commission a continué l'examen des recommandations faites à cette époque de façon qu'elle est aujourd'hui en mesure de proposer d'importantes modifications dont l'effet général sera, semble-t-il, de faciliter matériellement l'introduction du système.

2. — Le défaut d'unanimité dans la Commission qui avait été signalé dans le § 7 du rapport portait principalement sur la question de savoir si l'on devait prendre le pouce ou le millimètre comme unité de mesure. Il est évident que si l'on adopte l'une ou l'autre de ces unités pour l'employer dans la nomenclature des vis, comme par exemple si l'on désigne le diamètre, le pas ou le nombre de filets par pouce ou par millimètre, les mêmes dimensions ne pourront pas être exprimées en nombres entiers avec l'autre unité et ainsi un obstacle matériel sera apporté à l'adoption générale de cette nomenclature.

(1) Voir le Rapport du Conseil présenté à l'Assemblée générale de Montréal.

(2) *Systématique des vis horlogères*, par le professeur Thury. Genève, 1878.

ANNEXE N° 3 A LA LETTRE DU 27 FÉVRIER 1904
SOCIÉTÉ DES FORGES ET CHANTIERS DE LA MÉDITERRANÉE. — CHANTIERS DE LA SEYNE
Vis de petit diamètre employées pour le service électrique.

NUMÉROS DE LA SÉRIE THURY.		0	2	3	4	5	7
Diamètres		6	4,7 0,81	4,4 0,73	3,6 0,66	3,2 0,59	2,5 0,48
Pas		4					
<i>Vis à tête cylindrique.</i>							
Numéros d'ordre (la Seyne)		180 481 482	470 471 472	160 162 462	140 141 142 143	120 121 122	
Longueurs correspondantes { Partie lisse		40 5 0	6 7 0	10 5 0	40 8 0	8 7 0	0
de la tige. { Partie fileté		20 20 20	40 14 30	20 20 20	45 42 46 8	8 8 8	9
Diamètre de la tête. { Totale (sans la tête)		30 35 20	16 21 30	30 25 20	45 20 16 8	16 15 8	9
Diamètre de la tête. { Totale (sans la tête)		12 12 12	16 16 16	8 8 8	3,5 3,5 3,5	6 6 6	2,5
Hauteur de la tête.		6	15	4		3	
<i>Vis à tête conique.</i>							
Numéros d'ordre (la Seyne)		"	"	260 261 261 263	240	220 221	200
Longueurs correspondantes { Partie lisse		"	"	6,5 0 0 0	0	4,5 0	0
de la tige. { Partie fileté		"	"	20 16,5 8,5 6,5	13	8 5,5	6,9
Diamètre de la tête. { Totale (sans la tête)		"	"	30 20 12 10	16	4,5 8	9
Hauteur de la tête. { Partie conique		"	"	8,25	7,3	6,3	3
de la tête. { Partie cylindrique		"	"	0 0 0	2,6	2,2	8
Diamètre de la tête. { Totale		"	"	3,5 3,5	3,4 3	2,5 2,5	0,3
Hauteur de la tête.		"	"				2,1
<i>Vis à tête sphérique.</i>							
Numéros d'ordre		"	"	"	340	320	"
Longueur de la tige (fileté sur toute la longueur)		"	"	"	8	8	"
Diamètre de la tête		"	"	"	7	6	"
<i>Vis à tête hexagonale.</i>							
Numéros d'ordre		"	"	460	"	420 421	"
Longueurs correspondantes { Partie lisse		"	"	12	"	10 7	"
de la tige. { Partie fileté		"	"	20 20 20	"	8 8	"
Diamètre de la tête. { Totale (sans la tête)		"	"	30 30 30	"	20 15	"
Diamètre du 6 pans		"	"	8 8 8	"	6 6	"
Hauteur de la tête		"	"	4	"	3	"

NOTA. — Ces vis sont empruntées à la série des vis horlogères du système Thury, dans laquelle elles portent les numéros 0, 2, 3, 4, 5 et 7, mais les Chantiers de la Seyne ont fixé, en outre, les dimensions pour les têtes de différentes formes et ont limité les longueurs pour un certain nombre de vis de chaque numéro. Le tableau ci-joint résume les dimensions principales de ces différentes vis avec l'indication des numéros particuliers qui leur sont attribués pour les désigner.

3. — On doit toutefois signaler qu'il a été d'usage jusqu'à ce jour de désigner les petites vis que seule la Commission a à considérer ici, non pas par une de leurs dimensions spécifiques, mais par un numéro qui, en règle, est choisi arbitrairement et ne donne pas, par lui-même, la mesure d'une des dimensions de l'écrou. Considérant dès lors que l'unité de mesure est seulement indirectement liée avec le sujet d'un système de vis, la Commission a pensé qu'il était possible de concilier entre elles les deux unités en tant qu'il s'agit de cette question spéciale, et ainsi elle a pensé que l'on pouvait écarter une difficulté importante.

4. — La façon dont les séries de vis adoptées récemment par les fabricants suisses sont établies, a été suffisamment exposée dans le précédent rapport, et des détails précis à ce sujet sont donnés dans les deux brochures originales dont il a été fait mention.

Le diamètre d est lié au pas p par la relation (1)

$$D = 6 P^{\frac{6}{5}}$$

les mesures étant exprimées en millimètres et P ayant successivement les valeurs 1 ou 0,9⁰ millimètres, 0,9¹ millimètres, 0,9² millimètres, 0,9³ millimètres, 0,9ⁿ millimètres.

De cette façon l'exposant n devient un nombre qui convient pour désigner la vis correspondante et la formule (1), peut être mise sous la forme

$$D = 6 (0,9^n)^{\frac{6}{5}}$$

dans laquelle $P = 0,9^n$.

SÉRIE PROPOSÉE POUR LES PETITES VIS

Numéros.	Dimensions nominales en millimètres de pouce.			Dimensions absolues en millimètres.	
	Diamètre.	Pas.	Nombre de filets par pouce.	Diamètre.	Pas.
1	2	3	4	5	6
25	10	2,8	333	0,25	0,072
24	11	3,1	317	0,29	0,080
23	13	3,5	285	0,33	0,089
22	15	3,9	259	0,37	0,098
21	17	4,3	231	0,42	0,11
20	19	4,7	212	0,48	0,12
19	21	5,5	181	0,54	0,14
18	24	5,9	169	0,62	0,15
17	27	6,7	149	0,70	0,17
16	31	7,5	134	0,79	0,19
15	35	8,3	121	0,90	0,21
14	39	9,1	110	1,0	0,23
13	44	9,8	101	1,2	0,25
12	51	11,0	90,7	1,3	0,28
11	59	12,2	81,9	1,5	0,31
10	67	13,8	72,6	1,7	0,35
9	75	15,4	65,1	1,9	0,39
8	86	16,9	59,1	2,2	0,43
7	98	18,9	52,9	2,5	0,48
6	110	20,9	47,9	2,8	0,53
5	126	23,2	43,0	3,2	0,59
4	142	26,0	38,5	3,6	0,66
3	161	28,7	34,8	4,1	0,73
2	185	31,9	31,4	4,7	0,81
1	209	35,4	28,2	5,3	0,90
0	236	39,4	25,4	6,0	1,00

5. — Le pas d'une vis donnée peut être déduit du numéro qui la désigne en élevant 0,9 à la puissance indiquée par ce numéro et de ce pas on déduit immédiatement le diamètre par la formule (1) de sorte que le nombre n , indiqué dans la première colonne du tableau ci-joint et qui désigne la vis, est intimement lié à toutes ses dimensions.

6. — Il est évident que si l'on prend exactement les puissances successives de 0,9 pour le pas, on doit arriver bientôt à des nombres compliqués. Ces dimensions s'obtiennent d'ailleurs ainsi avec un degré de précision qu'il n'est pas facile d'atteindre dans la pratique et l'on peut voir qu'en conservant seulement deux chiffres significatifs pour l'expression des pas, on atteint le degré de précision qu'il suffit de chercher dans la fabrication des vis de l'espèce.

Dans ces conditions, on trouve les nombres inscrits dans la colonne 6 du tableau (2), pour les vis allant, comme diamètre, depuis 0 pouce 236 jusqu'à la plus petite vis de un centième de pouce de diamètre, au lieu des nombres mathématiquement exacts que l'on obtiendrait en élevant successivement 0,9 aux puissances successives (3). C'est cette série dont la commission recommande l'adoption.

7. — Si l'on considère les nombres ainsi obtenus, dans la première colonne, simplement comme une série progressive de pas, et si l'on fait abstraction de l'unité de mesure, on peut admettre que la série des puissances de 0,9 dont ces nombres sont déduits est certainement aussi bonne que toute autre qui pourrait être proposée pour le même objet, et correspond d'une façon très approchée avec la pratique.

Ainsi les nombres de la colonne 6, qui donnent les dimensions de cette série avec l'approximation la plus grande qu'il soit nécessaire d'obtenir est bien adaptée à un système de vis de ce genre.

Il y a lieu d'observer, qu'en choisissant une série de pas, il y a trois simples conditions que l'on peut adopter au choix : ou bien établir une différence arithmétique constante entre les pas successifs, auquel cas les pas des plus petites vis diffèrent trop entre eux, ou les pas des plus grandes présenteraient trop peu de différence; ou bien diviser l'écart total en séries dans lesquelles on établirait une différence constante ou enfin choisir les puissances successives d'une autre fraction simple, comme par exemple 0,8, mais cette série ne correspondrait pas aussi bien avec les vis qui sont généralement en usage.

8. — Acceptant donc cette série, on pourrait cependant dire qu'elle devrait être basée sur une partie aliquote quelconque du pouce plutôt que sur le millimètre. Mais les avantages que l'on gagnerait par cette modification seraient bien peu appréciables, car l'examen des nombres montre immédiatement qu'ils sont, pour la plus grande partie, des fractions inexactes du millimètre et ainsi l'emploi du système métrique de mesure ne donne, sous ce rapport, aucun avantage de plus que celui qui est basé sur le pouce. Au point de vue de l'interchangeabilité des vis fabriquées dans ce pays et sur le continent, il est essentiel cependant que l'on adopte partout la même base de mesure pour les pas, parce que, si l'on convient de se contenter de deux chiffres décimaux pour une base donnée, on aura des décimales bien déterminées, tandis que ces

(1) *Notice sur le système des vis de la filière suisse*. Genève, 1860, par le même auteur.

(2) On peut signaler incidemment que cette série comprend deux vis au pas de 1 mm. et de 0^m,25 qui peuvent être utiles pour les micromètres.

(3) La série de Sir Joseph Withworth, dont l'usage est général, finit au diamètre de 1/4 pouce où celle-ci commence.

mêmes valeurs ne pourraient être exactement exprimées, avec deux chiffres significatifs seulement, dans d'autres systèmes de mesure.

9. — On doit encore se rappeler que l'emploi du système métrique, pour désigner les pas, n'est pas un obstacle pour les fabricants anglais qui veulent fileter les vis avec les tours qu'ils possèdent, car, ainsi que l'a récemment montré M. Bosanquet (1) il est facile de fileter une vis dont le pas ne diffère d'un millimètre que d'une quantité qui peut être négligée pour tous les usages ordinaires ($\frac{1}{55\ 300}$ de pouce) avec une vis mère établie sur le système du pouce, par l'addition d'une roue de 127 dents et de cette façon la série dont l'adoption est ici recommandée pourrait, dans les rares occasions où cela deviendrait nécessaire, être engendrée sur un tour à fileter quelconque pourvu des roues voulues. Mais la Commission ne croit pas nécessaire de tenir compte spécialement de la facilité d'engendrer ainsi les filets, attendu que les vis dont il s'agit sont faites à la filière coupante (*plate*) ou à l'aide de filières forcées (*dies*) et quant aux fabricants opérant sur une large échelle, ils seront toujours pourvus de tours spéciaux pour cette fabrication.

10. — Soit que l'on adopte le pouce ou le millimètre comme unité de mesure, les séries des pas, pour ces petites vis, deviennent un idéal que l'on atteint rarement dans la pratique; car, avec des vis taraudées dans une filière, ou même préparées à l'aide de peignes, on n'obtient pas souvent le pas que l'on cherche à réaliser, et il n'est pas prudent d'admettre que deux vis, taraudées dans les trous correspondants de filières différentes auront précisément le même nombre de filets par pouce. Tel est spécialement le cas avec les très petites vis, comme on peut le démontrer en mesurant mathématiquement les pas de vis taraudées dans des trous qui sont nominalelement identiques.

11. — Le fait qui vient d'être indiqué apporte un argument contre l'idée d'étendre aux vis dont il s'agit ici la pratique de désigner les vis par leur nombre de filets au pouce, qui est souvent employée quand il s'agit de grosses vis. On trouve, en effet, que des vis qui sont nominalelement les mêmes, diffèrent souvent, sous ce rapport, de 5 et même 10 filets au pouce, et cela ne paraîtra pas étonnant si l'on songe que les filières employées peuvent se dilater de quantités variables lors de la trempe, que le trou fileté ne comporte souvent pas plus de trois ou quatre filets et que la pression appliquée à la main varie souvent de quantités considérables. Une nomenclature de ce genre comporterait d'ailleurs l'emploi de nombres d'une grandeur gênante pour exprimer un degré de précision considérable, rarement obtenu, tandis qu'elle ne donnerait que des renseignements peu utiles, puisqu'un examen sommaire ne permettrait pas de distinguer, par exemple, un pas de 169 ou de 181 filets au pouce.

12. — Il reste à considérer les séries des diamètres. Avant d'adopter la formule

$$D = 6 P^{\frac{6}{5}}$$

on s'est assuré, par l'examen minutieux d'environ 140 petites vis, que la série correspondrait très étroitement avec celle reconnue comme bonne dans la pratique, et les vis faites dans les nouvelles filières (*plates*), connues sous le nom de *filières suisses* (2) que la Commission a eu l'occasion d'examiner, lui paraissent être bien proportionnées

(1) *Philosophical Magazine* (5^e série), vol. XV, p. 217-438. Voir aussi à ce sujet la note parue dans *la Nature* du 30 janvier 1904 et reproduite à la fin de cette annexe.

(2) En français dans le texte.

sous ce rapport. Les séries de diamètres, comme les pas, sont exprimées par deux chiffres significatifs dans chaque cas, car les valeurs de D déduites de la formule (I) sont nécessairement incommensurables dans la plupart des cas. Ces diamètres sont donnés en millimètres dans la colonne 3, et la plus proche valeur équivalente en millièmes de pouce est indiquée dans la colonne 2. Du moment où la Commission considère que ces vis sont bien proportionnées, en ce qui concerne le pas et le diamètre et est d'avis de prendre la formule (I) comme base, elle est amenée à recommander d'adopter cette série de diamètres conjointement avec les pas indiqués précédemment. On a suggéré à la Commission l'idée que l'introduction de ce système et sa généralisation dans le pays seraient facilitées en poinçonnant, en regard de chacun des trous de la filière, à côté des numéros qui les désignent et qui sont indiqués dans la colonne 1, les diamètres approximatifs des vis données par ces filières exprimées en millièmes de pouce (colonne 2), attendu que ces nombres donneraient aux ouvriers anglais une idée mieux définie que les nombres des colonnes 1 et 3. La Commission ne voit pas d'objection sérieuse à procéder de cette façon, mais on doit rappeler que les vis ont, jusqu'à ce jour, été désignées par des numéros dépassant rarement 25 et l'on peut se demander si un avantage réel sera obtenu en substituant à ces numéros des nombres aussi élevés que ceux que donne l'indication des diamètres.

13. — On voit que la série qui vient d'être recommandée donne 26 numéros de vis depuis la vis de un quart de pouce jusqu'aux plus petites vis en usage. En comparant ce nombre avec ceux des deux meilleurs systèmes ordinairement en usage, savoir les filières Latard (Perrelet et Martin), et celle de Bourgeaux, on trouve que :

Pour la série de 21 grandeurs de vis pour montres de la filière Latard, la nouvelle série donne 15 numéros ;

Pour la série de 23 grandeurs de vis pour montres, de la filière Bourgeaux, la nouvelle série donne 17 numéros ;

Pour la série de 36 grandeurs de vis pour horlogers, de la filière Latard, la série nouvelle donne 23 numéros ;

La série entière est ainsi moindre que celle des filières les mieux établies et, par suite, on ne peut dire qu'elle soit plus développée que ne le demandent les exigences de la pratique ; au contraire, le fait que les horlogers (qui sont probablement les artisans qui réclament l'assortiment le plus complet de vis) ont accepté en Suisse cette série, confirme la Commission dans l'opinion que cette série n'est pas en défaut à cet égard.

14. — Il reste à considérer la forme du filet.

Il y a tant de particularités pratiques à prendre en considération en discutant une question de ce genre qu'il devient à peu près inutile de s'appuyer sur la théorie pour se guider, et les divergences que l'on observe entre les formes adoptées par les différents constructeurs deviennent ainsi très grandes.

Les points les plus importants à avoir présents à la mémoire pour déterminer un choix sont les suivants :

1° Les filets doivent pouvoir être aisément taillés avec l'espèce de filières (*crew-cutting-tackle*) que l'on emploie ordinairement dans les ateliers.

2° La force relative des filets des vis et des écrous (vis mâles et femelles) doit être établie de telle sorte que la tendance à la rupture de chacun d'eux soit un minimum.

3° La résistance du noyau à l'action de torsion, lorsqu'on applique un effort à la vis pour la faire tourner, doit être un maximum.

4° Le frottement doit être aussi faible que possible pour réduire l'usure.

15. — En ce qui concerne la première de ces conditions, il y a lieu de remarquer que la majeure partie des vis qu'a eu à considérer la Commission sont habituellement faites à l'aide d'une filière dans laquelle sont pratiqués des trous ronds coniques.

Ces trous forment le filet en obligeant le métal à s'écouler de l'espace avoisinant le filet (*to flow from a space toward a thread*), et son action est évidemment d'un caractère tout à fait différent de celle d'un coin ou d'un outil coupant (*of dies or of a chasing tool*). Dans le cas de filières avec trous dégagés (*notched holes*), les actions coupantes et déplaçantes (*the cutting and squeezing actions*) se combinent.

16. — Quant à la seconde condition, il est évident que, comme la force des filets dépend essentiellement des matières dont sont faits les vis et écrous, et que ces matières sont très variées, aucune règle précise et invariable ne peut être formulée.

Si la résistance était le seul point à considérer, une forme purement triangulaire sans aucun arrondi, serait la meilleure, en admettant que le contact s'établisse sur toute la surface des filets. Mais, dans la pratique, il est impossible d'assurer un contact parfait de ce genre; il devient nécessaire d'arrondir les sommets de tous les filets, et cet arrondi est d'autant plus nécessaire que les filets sont plus petits, et que les irrégularités de fabrication deviennent relativement plus marquées. Cette modification est aussi rendue nécessaire par la condition précédemment examinée sous le n° 1.

17. — La troisième condition, c'est-à-dire la résistance du noyau à la torsion, est déterminée *a priori* par la profondeur du filet. Si l'aire de la section de l'anneau enlevé est moindre que celle du noyau, la probabilité de la rupture transversale de ce dernier peut être regardée comme approximativement égale à celle de l'arrachement des filets (*of the threads stripping*), mais il est impossible de maintenir un rapport constant, car cette condition exigerait que les filets fussent si fins, dans le cas de petites vis, qu'ils ne présenteraient plus une tenue suffisante dans l'écrou. Ainsi, dans les très petites vis (celles au dessous du diamètre de 0,03 de pouce ou 0^{mm},75), le rapport de la section du noyau à la section des filets est moindre que 1 et il s'accroît graduellement jusqu'à ce qu'on obtienne un rapport compris entre 2 et 3.

18. — La quatrième condition est évidemment mieux satisfaite avec un filet carré. Cette forme toutefois n'est pas pratique dans le cas des petites vis que nous avons à considérer, mais on s'en approche évidemment en diminuant l'angle du filet triangulaire et en agrandissant l'arrondi.

19. — Les angles qui ont été adoptés en pratique montrent, comme on peut s'y attendre, des variations considérables. D'une part, un angle de 60° est rarement dépassé, auquel cas, les filets dérivent du triangle équilatéral, et, d'autre part, on peut admettre que 45° est l'angle limite inférieur.

20. — La profondeur du filet est évidemment fonction à la fois de son angle et de l'importance de l'arrondi au fond et au sommet. On peut commodément l'exprimer comme une fraction du pas pris pour unité. Dans le cas des petites vis généralement en usage la valeur moyenne de la profondeur ainsi exprimée est de 0,563, la valeur maximum étant de 0,771 et la valeur minimum de 0,344. Il est évident que tout accroissement de la profondeur, au delà de ce qui est essentiel, accroîtra matériellement et nécessairement la difficulté de fabrication quand on fait usage de filières; d'autre part, la profondeur ne doit pas être trop réduite à cause de la tendance plus grande du filet à s'écarter (*to strip*). Il est, en outre, important de ne pas perdre de vue la torsion additionnelle qui résulte de l'opération de creuser un filet plus profond et qui

accroît matériellement la tendance à la rupture transversale du métal (*of tearing the metal accross*).

21. — La Commission, après avoir comparé un grand nombre de filets de vis, dont les uns sont actuellement en usage, tandis que les autres ont été seulement proposés, était très disposée à recommander l'adoption du filet Withworth par l'Association britannique, parce que sa forme est bien connue dans cette contrée et que l'expérience a prouvé d'une manière indiscutable qu'il est excellent pour les boulons, etc., en usage dans les constructions mécaniques (*engineers, bolts, etc.*). Mais, ainsi qu'il résulte des paragraphes 16 et 18, dans le cas des petites vis, la tendance serait plutôt d'accroître les arrondis eu égard aux difficultés de fabrication et la profondeur du filet Withworth est de 0,64 du pas, ce qui est considérablement en excès sur 0,563, valeur moyenne adoptée dans la pratique. Le filet Withworth est toutefois caractérisé par un angle plus fort que celui qui est en usage dans les petites vis.

22. — La convenance de modifier la forme des petits filets, comparée à celle des filets du plus grand diamètre, est complètement reconnue par la Commission Suisse, ses filets pour les premières vis ayant un angle de $47^{\circ} \frac{1}{2}$, tandis que l'angle des filets des dernières est de 34° , c'est-à-dire presque le même que celui du filet Withworth. Dans le cas de petites vis faites avec la *filière suisse*, le sommet de chaque filet est arrondi avec un rayon égal au $\frac{1}{6}$ du pas et le fond avec un rayon de $\frac{1}{5}$. La profondeur résultante est de 0,60 du pas, moindre, par conséquent, que pour le filet Withworth.

23. — Tout en approuvant la forme générale du filet dont il s'agit, la Commission n'a pu s'empêcher de penser que la différence dans les arrondis ($\frac{1}{6}$ au sommet et $\frac{1}{5}$ au fond) n'était pas nécessaire. Tenant compte cependant de ce qu'un grand nombre des vis qui sont à considérer ici sont destinées aux instruments électriques et télégraphiques et peuvent, par conséquent, être en laiton (*brass*) et que, avec des filets de ces dimensions, il est impossible de s'assurer à l'œil si un écrou donné satisfait aux conditions requises en ce qui regarde de si petites différences entre le sommet et le fond du filet, la Commission pense qu'un arrondi égal au fond et au sommet ($\frac{2}{11}$ du pas) serait préférable. Cela maintiendrait à leurs valeurs actuelles l'angle des filets et leur profondeur, savoir $47^{\circ} \frac{1}{2}$ et $\frac{3}{5}$ du pas.

24. — Ayant ainsi discuté les 3 points principaux qu'il y a à considérer dans tout système de vis : savoir, le pas, le diamètre et la forme des filets, il paraît désirable à la Commission d'énumérer brièvement les conclusions auxquelles elle est arrivée.

Ce sont les suivantes :

1° Les diamètres à adopter pour les vis de $\frac{1}{100}$ de pouce à $\frac{1}{4}$ de pouce seront ceux donnés en millimètres dans la colonne 5, les valeurs les plus approchées de ces diamètres en millièmes de pouce étant indiquées dans la colonne 4. Ces diamètres sont ceux calculés en donnant successivement à P dans la formule $6P^{\frac{6}{5}}$ les valeurs suivantes en millimètres :

1 (ou 0,9⁰) 0,9¹, 0,9², 0,9³ 0,9⁴

Deux chiffres significatifs seulement seront conservés pour les résultats.

2° Les pas des vis sont donnés par la série décroissante ci-dessus ; chaque pas étant les $\frac{9}{10}$ du précédent, mais deux chiffres significatifs seulement étant conservés dans son expression. La série ainsi obtenue est donnée dans la colonne 6.

3° En vue d'obtenir un système de petites vis d'un caractère international, les constructeurs anglais de vis, filières, etc., devraient adopter les pas donnés exactement en millimètres dans la colonne 6, qui, ainsi qu'il est expliqué dans le paragraphe 9, peuvent être obtenus avec un tour anglais. En outre, en vue d'éviter le fait qui se présente fréquemment, que les petites vis et filières, quoique nominalement semblables, diffèrent sensiblement, en ce qui concerne le nombre de filets au pouce, on ne devra pas adopter l'usage de désigner ces vis par leur nombre de filets au pouce. Cependant, à titre de référence, le nombre approché de filets au pouce calculé d'après le pas donné dans la colonne 6 est indiqué dans la colonne 4.

4° Les numéros distinctifs donnés dans la colonne 1, qui sont les indices des puissances auxquelles est élevé le nombre 0,9 pour obtenir le pas, devront être poinçonnés près de chaque trou de filière et, si on le trouve désirable, les diamètres en millièmes de pouce (colonne 2) pourront être poinçonnés à côté de ces numéros d'ordre.

25. — Dans sa *Systématique des vis horlogères*, le professeur Thury a fait, pour les petits écrous employés dans les montres, les horloges et les instruments, ce qui a été fait, il y a quarante ans, par sir J. Whitworth, pour les vis plus grosses employées par les ingénieurs, et, de même que dans l'admirable système introduit par ce dernier, les règles qu'il a proposées sont basées sur les résultats obtenus en mesurant les dimensions d'un grand nombre de vis reconnues comme bien proportionnées par des hommes pratiques.

26. — La Commission ayant eu l'occasion d'examiner à la fois les vis et les filières (pour les plus petites vis) faites d'après ce système est convaincue qu'il satisfait à toutes les exigences de la pratique. La Commission peut donc, avec confiance, recommander son adoption par l'Association britannique, sous la réserve des légères modifications indiquées dans le paragraphe 3, et il se trouve, qu'incidemment, un avantage résultera de l'appui qu'il recevra sur le Continent et de l'extension rapide avec laquelle on peut espérer qu'il deviendra ainsi d'un usage général, car on ne peut douter que son adoption par un corps aussi important que l'Association britannique n'ait une influence considérable sur son extension à l'étranger.

[La proposition pour la nomination de cette Commission n'étant pas parvenue à temps à la Commission des résolutions (*Committee of Recommendations*) à Southport pour permettre de la faire sanctionner par la Commission générale, le Conseil, en sa réunion du 6 novembre 1883, a demandé à la Commission de continuer son travail et a décidé de recommander à la Commission générale, à Montréal, de faire imprimer ce rapport parmi les rapports de la session.]

NOTES DE CHIMIE

PAR M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Préparation du coton hydrophile. — Altération des tissus désinfectés. — Or cassant. — Fixation de l'azote atmosphérique. — Préparation électrolytique de la pâte d'étain. — Shérardisation. — Intoxication par l'arsenic. — La Société de chimie industrielle de Londres. — Emploi du nitrate de soude. — Cartouche au carbure de calcium.

Il n'a pas été publié grand'chose jusqu'à ce jour sur la **préparation du coton hydrophile**. On sait que cette industrie repose sur le traitement du coton par des lessives alcalines chaudes, de façon à dégraisser la fibre à fond et à obtenir une hydrophilie complète. *Fred. B. Kilmer* donne (1) un exposé assez complet de cette préparation, le plus complet que je connaisse, et il vaut la peine d'être résumé. En effet, rien qu'aux États-Unis, l'industrie spéciale des cotons absorbants représente un capital de plus de 125 millions de francs.

C'est vers 1837 que la ouate de coton aurait été proposée pour remplacer la toile de lin dans ses applications médicales. C'est vers 1864 qu'un médecin militaire français de l'expédition du Mexique, Auguste Touraine, aurait donné pour la première fois une formule et une recette pour la préparation du coton hydrophile. Mais sa réelle introduction date du succès des théories aseptiques et antiseptiques de Lister.

Vers 1877 le « coton absorbant » commença à devenir un article de commerce notable. Sa consommation reçut un essor très grand à partir de 1887, où la fabrication se mit à le fournir très blanc et très hydrophile. Préparé avec soin, il absorbe jusqu'à quinze fois son poids d'eau.

Quelle espèce de coton faut-il prendre ? Le choix joue un grand rôle pour la bonté du produit final. Il ne suffit d'ailleurs pas de s'en tenir à une mèche et à une grosseur déterminées, car d'autres facteurs interviennent. Les espèces de coton les mieux cotées, c'est-à-dire le coton sea island, à longue mèche et à faible diamètre et le coton égyptien ne conviennent pas à la préparation du coton hydrophile, parce qu'ils donneraient des fils trop fins pour les gazes antiseptiques et qu'ils ne pourraient être rendus hydrophiles qu'avec difficulté. Les cotons de l'Égypte et du Brésil sont trop laineux ; leurs variétés colorées sont plus difficiles à blanchir. Les cotons des Indes Orientales sont peu employés, parce que les sortes à bas prix sont à courte mèche, cassantes, souvent salies et teintées. Les cotons les meilleurs sont ceux connus sous les noms d'Orléans, Texas, Allenseed, Mobile et Benders, sortes « middlings ». La fibre doit être la plus propre et la moins colorée possible. Les fibres non mûres du coton mort, les poils qui sont à la base de la graine doivent être éliminés avec soin, car ils n'ont pas de canal cellulaire et ne possèdent pas en conséquence de pouvoir absorbant ; ils deviennent cassants au traitement chimique.

On emploie pourtant pour cotons absorbants à bon marché les déchets de car-

(1) *J. of the S. of chemical Industry*, 1904, 967-972.

dage. Mais si l'on veut un coton absorbant de première qualité, il faut toujours prendre du coton de première qualité.

La fibre du coton peut être blanchie sans être rendue hydrophile ; et inversement elle peut être rendue hydrophile sans être blanchie. Sur le continent, on obtient l'hydrophilie en éliminant toute trace de corps gras au moyen d'un dissolvant volatil, comme l'éther de pétrole, le bisulfure de carbone, ou par simple traitement alcalin sans aller jusqu'au blanchiment.

Les principales opérations qui concourent à la préparation du coton hydrophile sont :

1. des opérations mécaniques : L'échantillonnage, l'assortiment, l'épuration, le battage, le cardage. Au sortir de la carde, le coton est mis sous forme de nappe si l'on veut avoir de la ouate antiseptique, ou sous forme de ruban si l'on veut fabriquer de la gaze.

2. des opérations chimiques : Le coton nettoyé aussi bien que possible par les opérations du début, est placé dans des cuves à bouillir ; on l'y lave, puis on le traite par des alcalis, pour saponifier tout ce qui n'est pas cellulose : cire, corps gras, pectose. On retire la solution alcaline, et ce qu'elle a extrait. On blanchit pour éliminer la matière colorante et les sous-produits du traitement alcalin. On essore. On passe en acide. On essore de nouveau. On fait subir un second traitement alcalin, suivi d'un nouvel essorage. On passe encore en acide ; on neutralise ; on essore. En tout, douze opérations.

3. des opérations mécaniques : l'épuration, le séchage à 105°, l'étalage, le cardage, la mise en rouleaux, la stérilisation.

La gaze subit :

1. des opérations mécaniques, différentes de la ouate. Le coton est peigné, étiré, filé, tissé.

2. des opérations chimiques, qui sont les mêmes que pour la ouate, ainsi que les dernières

3. opérations mécaniques. Il faut en plus un étirage au tendeur, et un pliage mécanique.

Les douze phases du traitement chimique et la stérilisation finale nous intéressent plus particulièrement. Le traitement chimique est très rude, et il n'y a pas un seul blanchisseur de coton qui traite son coton avec autant de sévérité ; le coton hydrophile est au fond un coton surblanchi, en négligeant les autres facteurs. Au cours de ces douze phases, il est nécessaire de prendre quelques précautions. Dans les cuves, le coton ne doit jamais être serré au point d'empêcher la libre circulation des liquides agissant, le danger est menaçant lorsqu'on traite des cotons à courte mèche qui ont moins d'élasticité naturelle.

L'opération essentielle pour rendre le coton hydrophile, c'est le traitement par les alcalis. Il consiste à débouillir le coton dans une solution de soude caustique à 1 p. 100 environ. Le débouillissage est donné à basse pression, pendant 12 à 48 heures. Il n'y a pas avantage à opérer dans le vide ; les expériences personnelles de M. Kilmer le lui ont démontré.

Ce traitement alcalin dissout une partie de la cellulose du coton. Kilmer trouve des pertes de 4,41 et 3,71 p. 100 après un bouillon d'une demi-heure et d'une heure dans une solution à 1 p. 100, et des pertes de 3,08 et 7,33 après le bouillon dans une solution à 2,5 p. 100.

Ce premier traitement alcalin est suivi du blanchiment proprement dit, en solution d'hypochlorite renfermant 0,1 p. 100 de chlore. L'hypochlorite de soude coûte plus cher que celui de chaux, mais il donne un coton plus souple, plus blanc et plus élastique. On a essayé d'employer ici le procédé Thompson, mais il revient trop cher et il est trop malaisé à mettre en œuvre pour de fortes masses de coton en laine. Le prix du peroxyde de sodium s'est opposé également à son emploi. Le blanchiment du coton hydrophile est poussé jusqu'aux dernières limites que le coton puisse supporter ; il faut que tout ce qui n'est pas cellulose pure disparaisse dans les opérations ultérieures. La cellulose même se trouve attaquée et oxydée, et ce qui le prouve, c'est l'affinité plus grande que le coton hydrophile montre aux colorants basiques. Cette affinité pourrait même servir à mesurer le pouvoir absorbant du coton. La fibre possède, en fait, les réactions d'une oxycellulose.

On lave ensuite, on passe en acide sulfurique à 2 p. 100 (ou HCl à 1 p. 100). On répète le traitement alcalin. Les solutions alcalines employées sont généralement à 0,25 p. 100 de Na OH ; le bouillon ne doit pas y être prolongé. On lave sur l'alcali, puis on passe en acide de façon à éliminer tout ce qui peut s'y dissoudre, les sels minéraux, les taches de fer.

L'enlèvement de toute trace d'acide est l'une des phases les plus importantes ; l'opération n'est pas facile ; elle est pourtant indispensable, si l'on veut que la fibre ne subisse pas un affaiblissement au séchage. En pratique, on commence par laver longuement à l'eau, en y ajoutant soit un antichlore, soit plutôt du savon. L'antichlore communique du cri. Le savon est préférable, mais à condition qu'il n'en reste pas trace non plus, sinon le coton jaunirait. Il est pourtant quelques fabricants qui laissent dans leur coton du savon, ou ajoutent du chlorure de calcium, ou amènent la production d'un sulfo-oléate dans le but d'augmenter la douceur du toucher et l'hygroscopicité de la fibre, mais c'est toujours au détriment de la couleur.

On finit par un lavage à fond, et évidemment la nature des eaux employées ne manque pas d'intervenir. Chaque fibre de coton hydrophile est une cellule poreuse et capillaire ; c'est en somme un filtre ; et comme il y a plus de 300 millions de fibres par kilo, avec 500 kilos par chaudière à lessiver, nous avons un milieu filtrant de grande capacité. Si l'eau est impure, l'eau se trouve épurée, mais le coton est rendu impropre.

La dernière opération consiste dans une stérilisation ; c'est une opération très importante. La plupart des hôpitaux font eux-mêmes leur stérilisation ; on trouve cependant de plus en plus dans le commerce des ouates et des gazes stérilisées. Pour les ouates, on utilise la formaldéhyde ; pour les gazes, la vapeur. L'opération s'effectue dans des cylindres en acier, susceptibles de renfermer 1 000 kilos de coton. On fait le vide à 20 pouces, puis on fait agir la formaldéhyde 2 heures, ou la vapeur 1 heure.

En comptant le coton hydrophile, les médecins se servent de pansements non absorbants, qui ne pompent les liquides que par capillarité inter-fibreuse, de pansements absorbants, de pansements antiseptiques et de pansements aseptiques ou stérilisés. Les antiseptiques utilisés sont en petit nombre : l'acide phénique, le salol, le sublimé corrosif, l'iodoforme, l'acide borique, le cyanure double de mercure et de zinc (Lister) sont les plus fréquemment employés. On emploie souvent aussi des mélanges d'acide phénique ou de sublimé avec une huile ou un savon. La gaze antiseptique peut être préparée sèche, en dissolvant l'antiseptique dans un solvant volatil, trempant la gaze dans la solution, puis évaporant ; ou humide, au moyen d'une solution non volatile ou d'une émulsion, par exemple avec la glycérine. Les ouates et gazes

antiseptiques sont aujourd'hui moins employées ; on préfère se servir de pansements simplement stérilisés.

Le coton absorbant trouve encore son utilisation, en dehors des emplois médicaux, dans l'épuration par filtrage d'un nombre très grand de substances, solutions aqueuses, huiles, sirops, lait, ou dans l'épuration par absorption des impuretés, corps gras, etc. L'industrie électrique, celle des manchons incandescents, celle des vernis, celle des divers composés celluloseux, en consomme de fortes quantités.

Pour beaucoup de ces emplois, on réclame de préférence un coton donnant le moins de cendres possible. La proportion de cendres est très variable ; orléans 1,5 ; égyptien 1,6 ; péruvien 1,7 ; Sea Island 1,8 ; strict middlings n° 300, 1,65 ; East Indian, 2,72 p. 100. D'après Davis, Dreyfus et Holland, dhallerah 6,22 ; dharwaar 4,16, bengale 3,98 ; comrawuttee 2,52. D'après le U. S. Department of agriculture, sur 10 échantillons de coton américain, la moyenne des cendres fut 1,37 p. 100 ; maximum 1,80 ; minimum 0,93. La proportion des cendres que le coton absorbant renferme dépend d'ailleurs du traitement plus ou moins sévère auquel il a été soumis. Les pharmacopées des États-Unis, de la Grande-Bretagne, de l'Allemagne posent qu'il ne doit pas contenir, respectivement, plus de 0,8 ; 1 ; 0,3 p. 100 de cendres. On trouvera dans ces pharmacopées la marche à suivre pour essayer le coton hydrophile ; et dans le *Journal de pharmacie*, année 1892, celle proposée par F. Gay.

M. le docteur A. Barillé a étudié (1) les altérations que subissent les tissus soumis à la désinfection par l'action du gaz sulfureux et de la chaleur sous pression, ou traités avant leur passage à l'étuve par certains sels métalliques employés comme antiseptiques : sulfate de cuivre, sulfate et chlorure de zinc. La cause d'altération dans ces différents cas doit être attribuée à l'acide sulfurique. Or, les expériences de Kolb, Aimé Girard et G. Witz ont établi que, sous l'influence de cet agent chimique, la cellulose se transforme d'abord, par hydrolyse, en hydrocellulose, caractérisée, au point de vue physique, par sa grande friabilité, avant de passer, par hydratations successives, à l'état de dextrines et finalement de glucose *d*. Si, chimiquement, M. Barillé n'a pas pu caractériser le premier de ces produits, il a pu, du moins, caractériser le dernier et le doser.

Ainsi, dans la désinfection par l'acide sulfureux, il peut se former sous l'influence de l'acide sulfurique qui prend naissance et aux dépens des fibres végétales, des produits plus altérables et plus simples que la cellulose. Ils seront enlevés aux tissus par des lavages ultérieurs et ce fait suffit à expliquer leur diminution de poids et de résistance.

Si l'on soumet à l'action des vapeurs sulfureuses une toile imprégnée de sel et qu'on la maintienne ensuite à l'étuve pendant quelques heures, on remarque une altération très sensible du tissu. Le cas n'est pas seulement théorique, il doit se présenter fréquemment à bord des navires, et les produits formés au cours des manipulations montrent tous les inconvénients qu'il peut y avoir à lessiver avec l'eau de mer, même très diluée, des toiles qui auraient été désinfectées au soufre.

Dans d'autres circonstances, — et, par exemple, dans un but de désinfection immédiate, — les tissus, les linges à pansement en particulier, peuvent, avant leur passage

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 1904 (II), p. 331.

à l'étuve à vapeur sous pression, être imprégnés de dissolutions salines métalliques (sulfates de cuivre, de zinc, chlorure de zinc, etc.). Dans toutes les expériences faites avec de telles dissolutions, concentrées au dixième ou au centième, M. Barillé a constaté une perte de résistance des linges proportionnelle à la concentration des liqueurs, une grande friabilité, une coloration plus ou moins jaunâtre du tissu, et cela sans aucune décomposition chimique du sel antiseptique. Les altérations doivent ici être attribuées au sel lui-même qui a désagrégré les fibres végétales.

Pour remédier aux altérations signalées, il suffira d'imprégner la toile ou le tissu à désinfecter, soumis préalablement à l'action des vapeurs sulfureuses, avec un sel, à acide non corrosif, susceptible d'être déplacé par l'acide sulfurique qui se forme dans les conditions indiquées. M. Barillé porte son choix, en raison de leur prix minime, sur les cristaux de soude et le borax, à la dose de 50 grammes par kilogr. de linge.

Aucune substance chimique ne paraît susceptible de remédier à la deuxième cause d'altération. Une désinfection immédiate est cependant souvent utile. L'usage de la solution antiseptique suivante est préconisé par M. Barillé; elle est analogue à celle usitée à l'hôpital Pasteur: crésyline, 200 grammes; savon vert, 100 grammes; cristaux de soude, 500 grammes; eau, 10 litres. Au contact de cette solution, les tissus ne subissent aucune altération.

En somme, il faut condamner l'emploi de l'acide sulfureux dans la désinfection des tissus de lin et de coton.

L'on sait l'influence que la présence de très minimes proportions de matières étrangères fait subir aux propriétés des métaux et des alliages. L'or ne fait pas exception à cette règle, et lui, qui est le plus malléable et le plus ductile des métaux, perd ces propriétés précieuses: il devient cassant. *M. Maxime Forest*, chimiste de la Monnaie, nous a donné une étude complète de l'or cassant (1).

Il a perdu sa ténacité, au point de se briser sous une faible action mécanique comme celle qui consiste à le plier. Allié au cuivre pur, il conserve ces fâcheuses propriétés, et l'alliage devient impropre à la fabrication des bijoux, à la frappe des médailles et des monnaies et à ses autres usages industriels.

C'est à la Monnaie de Paris que semblent dues les premières recherches précises sur cette importante question, et elles méritent d'être résumées ici.

Dès 1868, Pélégot, directeur des Essais, fit faire des expériences longues et minutieuses, afin de rechercher quels pouvaient être les métaux autres que l'argent et le cuivre auxquels on était en droit d'attribuer les mauvaises qualités signalées.

Les pièces cassantes analysées à cette époque avaient la composition suivante p. 100: Or, 900,00; cuivre, 97,59; argent, 1,36; plomb, 0,52; fer, 0,53.

La petite quantité de plomb (un demi-millième) trouvée dans l'or était donc suffisante pour altérer la malléabilité de ce métal. La cause était due probablement à un affinage imparfait.

Les accidents se sont renouvelés quelquefois aussi bien en France qu'à l'étranger, ainsi que le constate un rapport publié en 1902 par M. Kirke Rose, essayeur de la Monnaie de Londres.

Il attribue la fragilité de l'or observée dans certains cas, à des traces de plomb, de tellure ou de bismuth que l'affinage ordinaire n'a pu enlever à l'or fin.

(1) Rapport de l'Administrateur des Monnaies et Médailles, pour 1903. ‡

Il est un fait certain, c'est que l'or ne supporte aucune impureté, et que l'affinage ordinaire n'est pas toujours suffisant pour le débarrasser des traces de métaux étrangers.

Le laboratoire des essais de la Monnaie de Paris ayant eu à sa disposition, au cours de l'année 1903, un certain nombre de lingots reconnus impropres à la fabrication monétaire, il a paru intéressant de rechercher quelles étaient les substances étrangères qu'ils renfermaient afin de se rendre compte si, comme autrefois, la fragilité de l'or obtenu avec ces lingots était toujours due au plomb, ou bien si elle était la conséquence de la présence du tellure, corps qui n'avait pas encore été trouvé dans les lingots employés en France.

La méthode d'analyse qui donna les résultats les plus exacts fut la suivante. L'or tellureux est dissous dans de l'eau régale, la solution débarrassée de l'acide nitrique est soumise à un courant prolongé d'acide sulfureux qui précipite l'or et le tellure, en laissant dissous les autres métaux, si l'alliage en contient. On lave le précipité à l'acide nitrique étendu qui ne dissout que le tellure, et dans la solution on peut reprécipiter ce tellure, soit par un nouveau courant d'acide sulfureux, soit par un autre moyen.

Un procédé plus rapide et simplement qualitatif consiste à chauffer un fragment de l'or dans un tube courbé, ouvert aux deux bouts, de façon à produire un courant d'air. Un décigramme d'or suffit. En chauffant à l'aide du chalumeau à gaz (il est nécessaire d'avoir un verre très dur), le tellure est oxydé, transformé en acide tellureux, et vient se déposer en dehors de la partie chaude sous la forme d'un anneau blanc très caractéristique. Même avec de l'or ne contenant que un demi-millième de tellure, on voit très bien cet anneau se produire.

Un autre procédé est une application d'une réaction décrite par G. Knötel pour la recherche qualitative du tellure. Une parcelle de l'or (un décigramme environ), est dissoute dans du mercure. On ajoute quelques fragments d'amalgame de sodium, dans un verre de montre, par exemple, et quelques gouttes d'eau. S'il y a du tellure, il est réduit rapidement et on le voit se rassembler dans l'eau sous la forme de paillettes noires légères. On peut l'isoler, et même le peser. Cette réaction est également très sensible.

Trois lingots analysés ont donné comme composition, en plus de l'or :

	I	II	III
Argent.	traces	0,49	0,069
Cuivre.	0,70	0,64	0,320
Plomb.	0,30	0,46	0,477
Fer.	0,45	0,39	0,240
Tellure.	0	0	0
Insoluble.	traces	1,02	traces

Les substances étrangères pouvant donner les accidents signalés ne sont que le plomb et le fer, l'argent et le cuivre n'altérant pas les qualités de l'or. Il était intéressant de rechercher si, dans les scories d'affinage de lingots analogues, on retrouvait les mêmes substances.

Allié avec du cuivre, il donnait un alliage souple et ductile, et ne ressemblait d'aucune façon à l'alliage obtenu avec l'or des lingots primitifs.

C'est donc bien le plomb et le fer, que ces lingots renfermaient, qui rendaient l'or cassant.

Le laboratoire des essais a eu à examiner un fragment d'or provenant de Madagascar et reconnu impropre à tout usage, à cause de sa nature cristalline, fibreuse et cassante. L'analyse complète a donné les chiffres suivants : Or, 979,50; argent, 16,15; insoluble, 0,10; tellure, 0,24; plomb, 0,07; cuivre, 1,50; fer, 2,34.

L'or régénéré était tout à fait malléable. L'alliage à 900 millièmes, que l'on a fait avec lui a pu être laminé : un très grand nombre de fois et amené à une minceur extrême. Il n'était plus cassant. La fragilité était due aux impuretés séparées, cela est évident.

Il y a une question de l'azote libre de l'atmosphère et de son utilisation directe. On a cru pendant longtemps qu'il ne jouait aucun rôle, ni en végétation, ni en agriculture. Nous savons aujourd'hui qu'il en est autrement. Les végétaux puisent dans l'air une faible partie de leur azote sous forme d'acide nitrique et d'ammoniaque, mais ils prennent la plus grande partie sous forme d'azote libre. Même si l'agriculture intensive n'était pas en train d'user ses réserves de nitrates, il serait infiniment intéressant d'emprunter directement l'engrais azoté à l'atmosphère elle-même, comme on le fait indirectement par l'enfouissement de fourrages verts, riches en azote. Des nombreux essais faits dans ce sens, aucun n'est encore passé dans la pratique industrielle courante, mais il semble bien que nous approchons de la solution du problème complexe qui envisage la fabrication directe de l'acide nitrique ou d'un engrais azoté au moyen de l'azote atmosphérique, et la fixation directe de cet azote sur les végétaux.

Il n'y a rien à dire sur la fabrication directe de l'acide nitrique, sinon qu'elle n'est pas encore sortie du domaine des simples expériences de laboratoire. La fabrication directe de l'engrais azoté a fait plus de progrès, et ici le four électrique semble devoir jouer une fois de plus son rôle de magicien. On a commencé par fixer l'azote sur le carbure de calcium; on obtient ainsi du cyanimure de calcium, combinaison de C, N, O et Ca, qui possède les propriétés essentielles d'un engrais azoté. Mais l'emploi du carbure de calcium rend le procédé coûteux. Un procédé moins dispendieux a été proposé par le docteur Erlwein; il fait agir directement, à la chaleur du four électrique, l'azote de l'air sur un mélange de charbon pulvérisé et de chaux; le produit de la réaction renferme de 10 à 15 p. 100 d'azote utilisable comme engrais, et il est mis dans le commerce sous le nom de cyanimure de calcium. On aurait donc quelque droit d'espérer que la production artificielle des engrais azotés pourra être résolue bientôt dans la pratique. Nous empruntons ces détails sur le procédé Erlwein à *M. le docteur Bruno Terne* (1).

Il reste à considérer le troisième côté du problème, c'est-à-dire la fixation directe de l'azote atmosphérique sur les végétaux. Depuis longtemps, les cultivateurs avaient constaté que certaines cultures, telles que celles des pois, des fèves, du trèfle, de la luzerne, non seulement nécessitaient moins de fumier que les autres, mais encore servaient pour ainsi dire d'engrais aux cultures ultérieures. La raison en est connue aujourd'hui, grâce aux travaux de Winogradsky, Hellriegel et Willfahrt, Bréal et Prazmowski, Fr. Noble, Berthelot, etc.; et il semble bien établi que l'une des principales causes de la fixation de l'azote par les plantes, au moins dans le cas des légumineuses, est en corrélation avec l'activité de microorganismes pullulant à la surface du sol et particulièrement dans les nodules de ces plantes. De là à faire des cultures desdits microorganismes, il n'y avait qu'un pas, et le pas fut vite franchi. On a vendu il

1. Notes sur la Chimie industrielle, in *J. of the Franklin Institute*, vol. CLVIII, p. 432 et sq.

y a quelques années en Allemagne une culture de ce genre sous le nom de nitragine. Elle ne réussit pas; l'existence des microorganismes n'était pas convenablement assurée dans le milieu choisi qui était par lui-même trop riche en azote, et les microorganismes s'appauvrissaient au point de finir par perdre tout leur pouvoir fixateur d'azote. Le docteur *G.-T. Moore*, directeur du Laboratoire de physiologie végétale au département de l'Agriculture, à Washington, a trouvé que si l'on réduisait dans les milieux où l'on cultive ces microorganismes la proportion de l'azote, il est possible d'augmenter dans de grandes proportions leur pouvoir fixateur pour l'azote, et d'arriver même à découpler celui qu'ils possèdent naturellement dans les nodules des légumineuses. La culture et la distribution de ces bactéries sont aujourd'hui assurées, dit le docteur Bruno Terne, par les soins du département de l'Agriculture des États-Unis, et la fixation directe de l'azote sur les légumineuses serait maintenant au pouvoir des agriculteurs. Ce perfectionnement serait des plus remarquables. Il a fait l'objet d'un brevet des 4 mai 1903-22 mars 1904, dont voici les parties essentielles :

Procédé de préparation de microorganismes susceptibles de fixer l'azote atmosphérique. L'invention a pour objet la production de microorganismes plus efficaces et leur distribution sous une forme qui empêche leur détérioration et qui facilite leur application en agriculture. Jusqu'ici les milieux de culture étaient ou des décoctions des diverses légumineuses, ou des milieux renfermant de l'azote combiné sous forme appropriée, protéides, nitrates, composés ammoniacaux. Dans ce dernier cas, les microorganismes ne dépendent plus seulement de l'azote atmosphérique, pour leurs fournitures d'azote, mais ils le tirent des substances azotées qui existent dans le milieu de la culture, et c'est là qu'il faut chercher la cause de la crise que subit leur développement et de leur destruction finale.

Mon procédé consiste à prendre d'abord des microorganismes dans les nodules mêmes des racines des légumineuses. Ces nodules sont bien lavés, leur surface est stérilisée par les moyens ordinaires; ils sont coupés avec les précautions voulues pour que la stérilisation persiste, puis on les place dans de l'eau contenant 1 p. 100 d'agar commercial, 1 p. 100 de sucre de maltose ou de sucre de canne, 0,02 à 0,05 p. 100 de sulfate de magnésium et 0,01 p. 100 de phosphate monopotassique; ce milieu est stérilisé conformément aux procédés usités en bactériologie. L'on voit qu'il ne diffère des milieux ordinaires de culture que par l'absence de composé azoté. Les proportions peuvent varier en plus ou en moins; celle du sucre peut être portée à 10 p. 100, celle du sulfate de magnésium à 1 p. 100, celle du phosphate de potasse à 2 p. 100. L'absence de l'azote n'est d'ailleurs pas une condition absolue, car le premier objet du traitement est de séparer les microorganismes en cultures pures, libres de toute souillure. C'est entre 20° et 30° que la culture est la plus prospère, aussi bien à la lumière que dans l'obscurité. Lorsqu'on a une culture pure, on la transporte dans un autre milieu renfermant 1 p. 100 de sucre de canne, 0,02 à 0,05 de sulfate de magnésium et 0,1 p. 100 de phosphate monopotassique; 1 centimètre cube de la culture pure suffit pour 100 litres de ce milieu. Entre 20° et 30° les microorganismes se développent très rapidement, et prennent tout leur azote à l'air extérieur ou à l'air dissous. Aussi voit-on en peu de jours le milieu de culture prendre une apparence laiteuse, par suite du nombre immense de microorganismes qui s'y développent. L'on peut arroser directement avec ce liquide les plants, les graines ou le sol. Si l'on veut le conserver pour le distribuer, on y plongera du coton absorbant qu'on fera sécher à l'air, dans une enceinte parcourue par un courant d'air que l'on a eu soin de stériliser et de sécher

en le faisant passer sur de l'acide sulfurique. Les microorganismes peuvent être conservés indéfiniment sur le coton hydrophile, à sec, et être envoyés en toute sûreté au delà des mers. Pour s'en servir, il suffit de mettre le coton hydrophile ainsi chargé dans de l'eau additionnée des produits indiqués plus haut.

Si on n'a pas le dessein de conserver la culture, et si on doit l'utiliser aussitôt pour les besoins agricoles, il n'est pas besoin de prendre les précautions de stérilisation nécessaires dans les autres cas, et l'on peut se servir d'eau de pluie. Douze à vingt-quatre heures suffisent pour le développement des microorganismes ; on accélérera leur division, en ajoutant à ce moment 1 p. 100 de phosphate d'ammoniaque, mais il ne faut pas poursuivre leur préparation au delà de douze à vingt-quatre autres heures.

La méthode électrochimique se substitue chaque jour davantage, dans la préparation des produits industriels, aux anciennes méthodes de la chimie. *F. Geldstarp*, dans une communication récente à la Société Faraday à Londres (1), en expose une application nouvelle à la **préparation électrochimique de la pâte d'étain**. Elle sert dans les arts décoratifs et pour argenter le papier. Sa première préparation nous vient des Indes ; les indigènes fondaient une masse d'étain, et lorsqu'elle était fondue, ils la versaient dans une boîte en bois, et secouaient fortement celle-ci ; l'étain se convertissait en paillettes et en poudre. On séparait les particules les plus fines par simple précipitation de pesanteur dans l'eau ; il n'y avait plus qu'à mélanger avec une solution étendue de colle. Le second procédé fut un procédé chimique, il consistait à transformer l'étain en chlorure stanneux par action de l'acide chlorhydrique à chaud, puis à précipiter l'étain par le zinc : le procédé est défectueux sous plus d'un rapport, car il ne donne pas tout l'étain, il le donne dans un état partiellement mat, et il est accompagné d'un dégagement de vapeurs insalubres. Le procédé électrochimique n'a aucun de ces inconvénients, et il offre en plus l'avantage de pouvoir fonctionner à la continue. Des anodes en étain sont dissoutes dans de l'acide chlorhydrique étendu, tandis que l'étain se dépose sur des cathodes de même métal. Comme le dépôt est spongieux, et de densité inférieure à celle de l'électrolyte parce qu'il renferme de l'hydrogène, on peut le détacher de la cathode, et il vient flotter à la surface de la solution, en sorte qu'on peut facilement le recueillir sans interrompre le courant. Le rendement n'est que de 50 p. 100, mais l'auteur du procédé remarque qu'il y a nécessité de faire se déposer de l'hydrogène en même temps que de l'étain, sinon ce dernier tend à prendre une forme cristalline.

L'électrochimie, victorieuse dans un si grand nombre de cas, semble éprouver par contre une défaite dans l'industrie de la galvanisation (2). Les anciens procédés de l'immersion et de l'électrolyse seraient vaincus par la nouvelle méthode de Shérard, que l'on a appelée **shérardisation** du nom de son inventeur. Le procédé Shérard consiste à chauffer les pièces à galvaniser, dans un espace clos, avec du gris de zinc ; les conditions les plus favorables à la réussite sont d'employer un gris de zinc aussi pauvre que possible en oxyde de zinc, de ne pas laisser la température s'élever au-dessus de 240°, de maintenir l'atmosphère de l'espace clos aussi réductrice que possible, enfin de tenir en état d'agitation relative les pièces à galvaniser et le gris de zinc, pour empê-

(1) D'après *Chemical News*, n° 2353.

(2) *Iron Age*, 20 oct. 1904.

cher que celui-ci ne s'épuise sur les surfaces en contact. Ces conditions étant réalisées, le procédé convient tout particulièrement aux petites installations, car il ne nécessite qu'un appareil des plus simples, un cylindre en forte tôle que l'on place dans un four et que l'on fait tourner de temps à autre à l'aide d'une manivelle. Les petites pièces sont galvanisées en quelques heures.

La shérardisation fournit une couche de zinc très homogène, très serrée, très adhérente, et de la façon, dit-on, la plus économique.

L'intoxication fortuite par absorption de vin arsenical doit être bien rare. *M. Alp. Vallet* (1) a eu l'occasion d'en constater l'apparition chez toute une famille de Blidah. Le producteur du vin incriminé reconnut avoir ajouté à son vin de l'acide sulfurique, 1 litre d'acide par bordelaise, dans le but de lui donner de la couleur et de lui permettre de se conserver. A l'analyse, cet acide fournit la proportion énorme de 4 gr. 17 d'anhydride arsénique par litre, et conséquemment celle de 0 gr. 042 par litre du vin; cette dernière suffit à provoquer chez une personne adulte des symptômes d'empoisonnement. Mais que dire de cette pratique coupable à tous points de vue ?

L'on voit tous les dangers que peut présenter, même à l'état d'impureté, la présence d'un composé arsenical dans un produit commercial. Je me bornerai à citer l'exemple de la quasi-épidémie qui se développa en 1900 dans toute une région de l'Angleterre parmi les buveurs de bière préparée avec un glucose à la production duquel on avait employé un acide sulfurique arsenical. *J. Clouët*, dans le *Bulletin de la Société industrielle* de Rouen, 1877, avait déjà attiré l'attention sur les dangers que peut présenter le glucose arsenical. L'épidémie de bière à laquelle il est fait allusion a donné lieu à une publication très étendue de mémoires analytiques, qu'on trouvera en particulier dans le *Journal of the Society of chemical Industry*, de Londres.

La Société de chimie industrielle de Londres a tenu pour la première fois, en 1904, son assemblée générale annuelle hors du sol de la Grande-Bretagne. Elle s'est réunie à New-York, à l'occasion de l'exposition de Saint-Louis; New-York est d'ailleurs le siège de l'une des dix sections que cette Société comprend, et leurs collègues américains ont reçu magnifiquement une centaine de membres qui étaient venus d'Europe. Sur le quai du port de New-York, des délégués d'un Comité de réception les attendaient; tout le monde s'en fut, en automobiles, au siège de la section; le soir, il y eut réception au Chemists' Club. Le lendemain, l'Assemblée générale se tint au gymnase de l'Université Columbia, sous la présidence de sir William Ramsay, lauréat d'un prix Nobel la même année.

Le président actuel de la Société est W. H. Nichols, qui dirige la General chemical Co à New-York. Son discours d'entrée porta sur l'éducation des chimistes techniciens. C'est un sujet habituel, puisque sir Fr. Abel a traité, en 1882, l'histoire des industries de Londres, et en 1883, l'historique des explosifs; Weldon, en 1884, exposa le développement des industries du chlore et de la soude; Perkin, en 1885, dit la création des matières colorantes artificielles; Muspratt, en 1886, donna d'intéressants renseignements sur la fabrication des alcalis à Liverpool à ses débuts; le docteur Mond, en 1889, décrivit les essais faits pour produire les composés de l'azote à partir de l'azote libre; sir L. Bell, en 1890, décrivit les hauts fourneaux; Rider Cook, en 1891,

(1) *Journal de pharmacie*, 1904 (II), p. 541.

l'utilisation des eaux d'égout; Emerson Reynolds les combustibles, sir John Evans l'industrie du papier; Stanford, celle du Kelp; Thorpe la carburation du gaz, Schunck ses recherches sur les matières colorantes végétales; Beilby, la fumivore; Swon, l'électrochimie; Chandler, le développement de l'industrie chimique aux États-Unis.

Tous appuyèrent sur ce principe, qu'il n'est pas possible de séparer la science de l'industrie. Rien ne paye mieux que des recherches originales, a dit Stanford, et il sépare les hommes en deux classes, ceux qui vont de l'avant et font quelque chose, et ceux qui restent à se demander pourquoi ça ne s'est pas fait autrement. W. H. Nichols a appuyé, au cours de son adresse présidentielle, sur l'utilité qu'il y avait à mettre les étudiants chimistes, dès le début de leur éducation technique, non pas dans des laboratoires élémentaires, mais dans des laboratoires complets, et à les laisser voler un peu de leurs propres ailes. Notons que 700 élèves environ travaillent dans les laboratoires de l'Université Columbia à New-York.

La Society of chemical industry est toute jeune, puisqu'elle ne date que de 1882. Mais c'est l'une des plus nombreuses, à coup sûr; elle comptait au mois de juin 1904 plus de 4 000 membres (4 134), dont 1 250 aux États-Unis. L'exercice 1903-1904 lui a apporté plus de 400 membres nouveaux. Elle comprend dix sections, qui sont celles de Londres, du Canada, de Liverpool, de Manchester, de Newcastle, de New-York, de Nottingham, de l'Écosse, de Sydney, de l'Yorkshire. L'on voit qu'elle se ramifie par toutes les contrées où l'on parle anglais. Sa grande médaille a été décernée successivement à John Glover, W. H. Perkin, Ed. Schunck, J. Wilson-Swan, Ira Remsen (1904); ces noms disent suffisamment à tous les chimistes quels furent leurs beaux travaux pour que je me dispense de les rappeler. Ce que je veux faire ressortir, c'est que nous n'avons malheureusement en France rien à comparer, puisque nous n'avons pas de Société de Chimie industrielle, au grand regret et au grand dam des chimistes industriels.

Lors du 25^e anniversaire de l'American chemical Society, M. C. Bolton, en 1901, le savant auteur de la « Bibliographie de la Chimie » (dont j'ai déjà eu l'occasion de dire dans notre *Bulletin*, 1901, qu'elle devrait être sur la table de tous les chimistes, mais que bien peu semblent la connaître, puisqu'on l'y trouve si rarement), a lu un mémoire sur les *Sociétés chimiques au XIX^e siècle*; et je lui emprunte les données comparatives qui suivent. Il y avait en 1900 sur la terre 56 Sociétés de chimie, comprenant 27 377 membres. En voici d'ailleurs le tableau récapitulatif :

Pays.	Nombre de sociétés.	Nombre de membres.	Proportions n/28.
Autriche.	7	3 072	3
Belgique.	3	740	0,75
France.	10	4 065	4
Allemagne.	10	7 539	7,5
Grande-Bretagne.	9	7 550	7,5
Italie.	5	479	0,5
Japon.	2	1 012	1
Russie.	1	327	
Afrique du Sud.	1	(?)	
Suisse.	2	94	
États-Unis.	5	2 379	2,35
Victoria.	1	100	
Total.	56	27 377	

On notera que le Japon compte dans ce tableau pour la proportion relativement forte de 1/28.

D'après le mémoire de M. Bolton, les principales Sociétés de chimie sont les suivantes :

Chemická Společnost, de Prague, fondée en 1872, et comptant (en 1900) 406 membres. — Oest. Ges. zur Förderung der chemischen Industrie, de Prague, fondée en 1878; 199 membres (1900). — Společnost pro průmysl chemický, de Prague, fondée en 1892; 371 membres (1900). — Verein oest. Chemiker in Wien, fondée en 1897; 902 membres (1900). — Association belge des chimistes, de Bruxelles, fondée en 1887; 513 membres (1900). — Société industrielle de Mulhouse, Comité de chimie. — Société chimique de Paris, fondée en 1837; 1 026 membres (1900). — Société chimique du Nord de la France, fondée à Lille en 1891; 100 membres (1900). — Deutsche chemische Ges. zu Berlin, fondée en 1867; 3 116 membres (1900). — Verein deutscher Chemiker (für angewandte Chemie), de Berlin, fondée en 1887; 2275 membres (1900). Cette Société de chimie industrielle a 17 sections, dont une pour la Belgique. — Chemical Society of London, fondée en 1841; 2 333 membres (1900). — Institute of chemistry, fondé à Londres en 1877; 1 126 membres (1900). — Society of chemical industry, fondée à Londres en 1881; 3 460 membres (1900). — Societa chimica di Milano, fondée en 1895; 283 membres (1900). — Associazione chimico-industriale di Torino, fondée en 1899; 194 membres (1900). — Chemical Society of Tokyo, fondée en 1878; 353 membres (1900). — Society of chemical industry of Japan, fondée en 1898; 659 membres (1900). — Russkago khimicheskago Obshtchestva, fondée à Saint-Petersbourg en 1868; 327 membres (1900). — Société chimique de Genève, fondée en 1878. — Chemical Society of Philadelphia, fondée en 1792. — American chemical Society, à New-York, fondée en 1876; 1 679 membres (1900). — Society of chemical Industry of Victoria.

La conclusion est qu'il y a des Sociétés de chimie industrielle dans presque tous les pays, en Autriche, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, au Japon, mais guère en France.

Un dernier détail à relever, c'est que le journal de la Société de chimie industrielle de Londres, qui est sans contredit le journal de chimie le mieux conçu de tous, a publié dans son dernier exercice près de cent mémoires originaux de ses membres.

Quelle force peut donner aux industriels et aux chimistes, pour la défense de leurs intérêts, un groupement aussi bien conçu ! La chimie d'ailleurs touche à presque toutes les industries, et intervient, peut-on dire, dans l'étude et la solution de presque toutes les questions sociales. Son importance est énorme pour la discussion des problèmes que les questions de douanes et celles de la législation industrielle soulèvent à chaque instant. Je demande la permission de rappeler ici deux faits historiques, dont l'un au moins eut une répercussion désastreuse et dont l'autre éclaire d'un jour fâcheux la nature de certaines décisions prises en l'absence de chimistes industriels. Que dire d'un rapport faisant attribuer par le tribunal la propriété d'un produit, quel que fût son mode de préparation, à un brevet qui n'était qu'un brevet de perfectionnement, et dont l'auteur s'excusa plus tard de ne pas avoir connu et cité le véritable inventeur sur le prétexte que le volume qui renfermait la communication originale à l'Académie des Sciences se trouvait à la reliure ? C'est le cas de la fuchsine, et ce fut l'une des causes qui en monopolisant l'industrie de la fabrication des matières colorantes artificielles en France, l'empêcha de s'y développer librement ! Que dire

d'une discussion sur des Traités de commerce, où les orateurs successifs font porter leurs discours sur la laque ou sur les laques, sans soupçonner qu'il s'agit de substances absolument différentes, et sans que personne fût capable d'apporter, avec la distinction, la lumière. Il manquait un chimiste industriel, ou une Société de chimistes industriels qui montrât ce qui est.

En France, si nous n'avons pas de Société de chimie industrielle, nous avons, par contre, des **cours de chimie industrielle**, dont les titulaires ont eu une renommée universelle. M. le professeur de Luynes, qui occupait au Conservatoire des Arts et Métiers la chaire de chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie, était l'un des membres les plus anciens de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; il en était membre depuis 1862. Sa chaire vient d'être scindée en deux, une chaire de matières colorantes, blanchiment, teintures, impression et apprêt, une chaire de chaux et ciments, céramique et verrerie. Les compétiteurs sont nombreux, et l'élu ne tardera pas à être connu. Je ne suis que le porte-parole des industriels en souhaitant avec eux que cet élu soit tout ensemble le meilleur pour donner chaque hiver au public, à ses deux cours du soir, des leçons attrayantes et utiles, et le meilleur pour donner toute l'année au monde industriel les conseils d'une science reconnue.

Ce n'est pas non plus sortir du domaine de ces notes de chimie que d'insister sur un fait bien symptomatique de **groupement des intérêts de grandes industries chimiques**, qui vient de se passer en Allemagne; il mérite de fixer toute l'attention de nos industriels. Les cinq principales fabriques de matières colorantes artificielles viennent de s'associer entre elles, en deux groupes distincts: d'une part les Farbwerke, vormals Meister, Lucius und Brüning, de Hoechst sur le Main, et la maison Leopold Cassella et Cie de Francfort; d'autre part les trois B, c'est-à-dire la Badische Anilin und Soda-Fabrik, les Farbenfabriken, vormals Fr. Bayer, d'Elberfeld, et l'Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation de Berlin. Parmi les principales raisons qui sont mises en avant pour expliquer la formation de ces deux puissantes associations, les deux premières s'associent pour bénéficier des produits dissemblables que chacune d'elles fabrique, et les trois autres s'associent au contraire pour ne pas se faire concurrence dans leurs marchés respectifs au regard de produits analogues. Le capital actions de ces cinq maisons représente près d'un demi-milliard de francs, et le dividende moyen a dépassé 22 p. 100 en 1902, tandis que le dividende moyen de l'industrie chimique en Allemagne était de 10,89 p. 100. La première association doit donner à chaque associé une partie des bénéfices de l'autre, Hoechst recevra le quart des bénéfices de Cassella, et celui-ci le cinquième de ceux de Hoechst. La seconde association est faite pour quinze ans, et le bénéfice total doit être partagé dans la proportion de 43 pour la Badische, 43 pour Bayer et 14 pour Berlin.

Je termine ces premières notes mensuelles sur quelques applications de détail.

Sur l'emploi du nitrate de soude en agriculture, M. L. Grandeau (1) rappelle très judicieusement l'attention, car de tous les engrais à action rapide le nitrate de soude se

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 1904, n° 50.

place au premier rang par son action favorable sur les cultures de printemps. Les céréales de printemps, avoine et orge, sont particulièrement sensibles à son influence, et l'on peut compter en moyenne, à l'hectare, sur une augmentation de 4 à 5 quintaux de grain et 7 à 800 kilogrammes de paille par l'épandage d'un quintal de nitrate de soude, ce qui représente 60 à 77 francs de grains et 24 francs de paille pour une dépense de 27 francs en nitrate. — L'emploi du même engrais est également des plus avantageux pour les différentes cultures du jardin potager comme pour celles du jardin d'agrément. *M. A. Bourgne*, professeur d'agriculture de la Seine-Inférieure, relate (1) des observations poursuivies par plusieurs jardiniers, agriculteurs et pépiniéristes de la région. Tous les végétaux ont bénéficié grandement d'une dose de nitrate de 25 grammes par mètre carré, ou en arrosage à la dose de 3 grammes par litre d'eau tous les huit jours. Les résultats sont particulièrement favorables sur les semis de choux : le plant pousse beaucoup plus fort et est plus précoce. Les choux de Bruxelles sont plus hauts et plus productifs, s'ils ont reçu du nitrate en pépinière. — Mais le nitrate de soude doit être manié judicieusement ; le syndicat agricole de la Haute-Saône, dans son organe *le Sillon*, le rappelle très justement. Si le nitrate est semé en couverture au printemps sur un blé déjà fort, ou en trop grande quantité ou dans un sol dénué de chaux et d'acide phosphorique, le blé versera. Si le nitrate est répandu trop tôt dans un sol perméable, il agira avant l'heure utile, et le blé se développera prématurément en herbe ; s'il est répandu trop tard dans un sol argileux, compact et froid, la végétation se continuera outre mesure, et des tiges secondaires se formeront.

Le carbure de calcium vient de trouver un nouvel emploi comme explosif dans les travaux miniers. *M. Marcel P. S. Guédras* (2) utilise la force explosible de l'acétylène en présence d'un mélange d'air et d'un corps en ignition. Il prépare comme suit la charge d'explosif : Au fond d'une capsule en tôle repose une charge de carbure de calcium, et au-dessus, séparée par une membrane isolante, une charge d'eau ; la capsule présente ensuite une partie évidée où se place l'amorce électrique, et sur le côté, une tige de fer formant percuteur, laquelle est destinée à crever la membrane et à donner accès à l'eau. La cartouche est placée dans le trou de mine, puis on fait le bourrage en fermant l'orifice avec un bouchon en bois. Lorsqu'on veut faire partir la mine, on frappe sur le percuteur, la membrane est percée, l'eau agit sur le carbure de calcium, l'acétylène se produit et vient se mélanger à l'air de la chambre et à celui du trou de mine. On laisse le dégagement d'acétylène se produire pendant cinq minutes, puis on tire la mine à l'électricité. Nous ne connaissons pas les résultats obtenus dans la pratique.

(1) *Journal de l'agriculture*, n° 1987.

(2) *C. R.* 1904, II, p. 1225.

NOTES DE MÉCANIQUE

GRILLE MÉCANIQUE JONES (1)

Parmi les nombreuses grilles mécaniques plus ou moins fumivores usitées en Amérique (2) la grille de Jones, à laquelle l'Institut de Franklin vient d'accorder une de ses médailles, est l'une des plus anciennes et des plus répandues. Appliquée dès 1889 pour

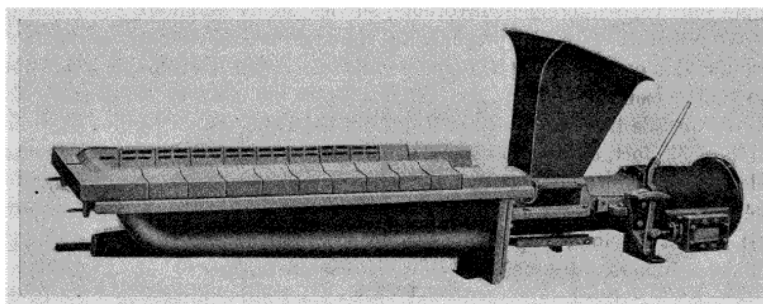


Fig. 1. — Grille Jones.

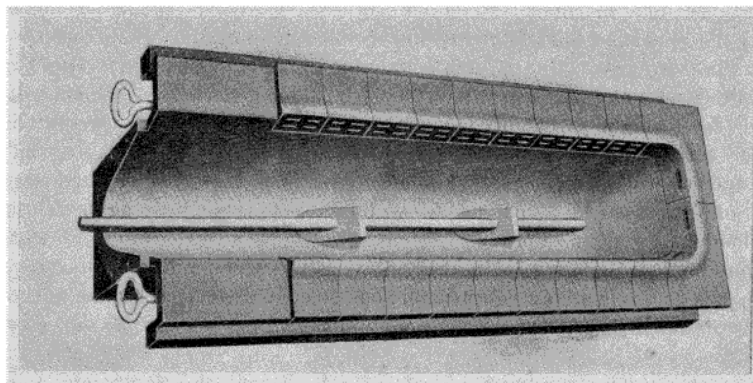


Fig. 2. — Grille Jones. Détail du pousseur.

la combustion du bois, elle fut bientôt modifiée pour l'étendre à l'emploi des charbons bitumeux.

C'est une grille avec alimentation par-dessous, comme celle du type « american » mais (fig. 1 et 4) avec le charbon poussé par un piston et un avanceur au lieu d'une vis

(1) *Journal of the Franklin Institute*, décembre 1904, p. 439.

(2) *Bulletin* de mars 1893, p. 235.

(3) *Id.*, p. 342.

conique. Dans ce système, le charbon est entièrement transformé en coke avant d'atteindre la zone de combustion, où les gaz de sa distillation, saisis par l'air qui vient de traverser la masse incandescente, s'y mélangent activement et procurent une combustion parfaite. Le charbon, forcé de bas en haut au travers de la charge, la brise et la refoule en dos d'âne, de chaque côté de l'axe de la grille, sur les plaques où on peut le manœuvrer par les portes du foyer. Cette grille donne lieu à quelques difficultés avec des charbons très collants, mais il suffit, pour les vaincre, de mélanger ces charbons

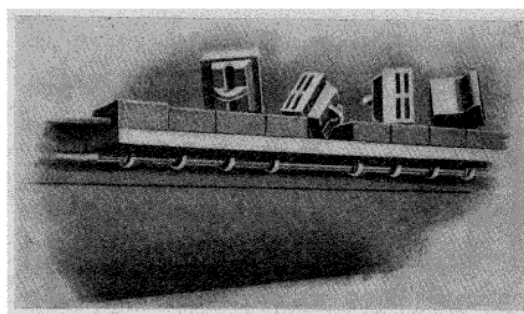


Fig. 3. — Grille Jones. Attache des briques de tuyère.

avec un peu de houille maigre. En outre, elle se prête facilement à des marches très variables, en faisant varier soit la pression du vent, soit la vitesse du chargeur, et ces variations peuvent être commandées et réglées automatiquement par la machine même

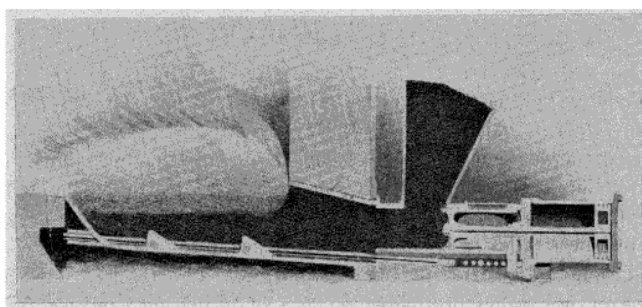


Fig. 4. — Grille Jones en fonction.

qui actionne le ventilateur; il suffit, pour cela, de la munir d'une prise de vapeur réglée de manière qu'elle augmente l'admission de la vapeur à la fois au cylindre du chargeur et à la machine dès que la pression baisse dans la chaudière.

Le poussoir se meut (fig. 2) dans une auge en fonte garnie, de chaque côté, de briques réfractaires servant de tuyères et attachées par deux tiges qui permettent (fig. 3) de les remplacer facilement. Ainsi qu'on le voit en fig. 4, tandis que la course du piston poussoir est invariable, celle de la tige du chargeur (fig. 2) se règle par la position des deux boulons passés dans sa fourche de droite (fig. 1) au moyen desquels elle est commandée par un bras de la tige du piston.

Dans l'exemple représenté les figures 1 à 4, le tiroir du cylindre chargeur est commandé à la main; en figure 5, il est commandé par un relais à dash-pot dont il est facile de régler la vitesse; la distribution de la vapeur au cylindre de ce relais est commandée par le renvoi A B C, que mène la machine du ventilateur, réglée, elle-même, par la pression de la chaudière. Ce dernier dispositif peut aussi se manœuvrer à la main. La

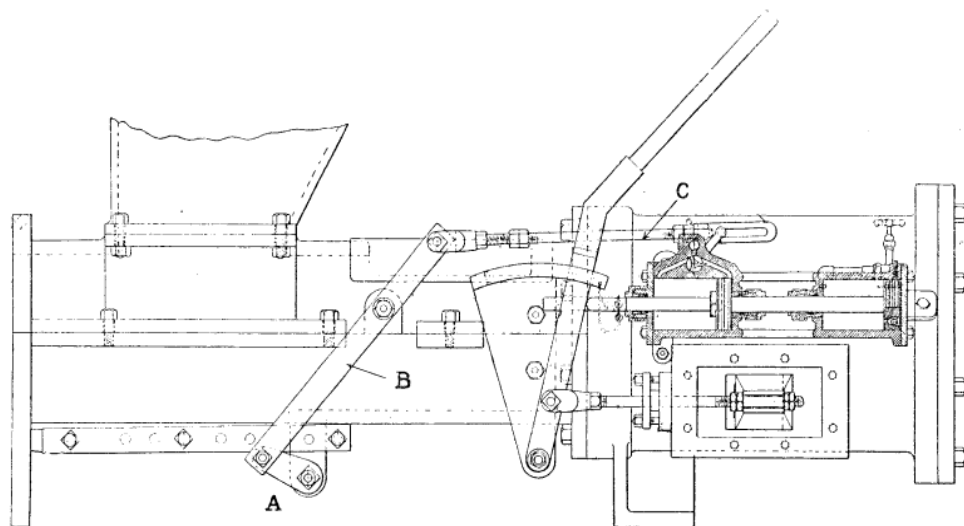


Fig. 5. — Grille Jones.

marque automatique convient pour les batteries de chaudières, où elle est plus régulière que la marche à la main.

Ces chargeurs ne donnent lieu qu'à des dépenses d'entretien très faibles; une visite annuelle suffit. Comme, avec ce système, la hauteur du dos du combustible au-dessus de la grille est comparativement grande, il faut avoir soin de réserver entre la grille et les premiers tubes de la chaudière un espace d'environ 1^m,20.

Quant à l'économie réalisée par ce chargeur, elle a varié, dans différents essais comparatifs avec des grilles ordinaires, de 17 à 23 p. 100, en vaporisation par kilogramme de charbon.

POULIE EXTENSIBLE *Delagneaux*

Nous avons publié, dans le *Bulletin* de juin 1902, un rapport de M. A. Barbetsur la poulie extensible de M. Delagneaux, mécanicien à Paris, 20, rue Manin; il nous paraît utile de signaler aujourd'hui quelques applications de cette poulie. Son principe est le suivant :

Considérons (fig. 1) un système de ciseaux rectilignes, comme faisant partie d'une couronne dont le centre serait situé à l'infini; rapprochons ce centre (fig. 2) et soient

A, B, C et D les sommets de losanges assemblés dans le plan de la figure, et dont la continuité ferme la couronne. Ces sommets ne se trouvent plus sur des droites paral-

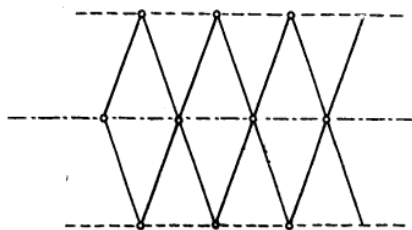
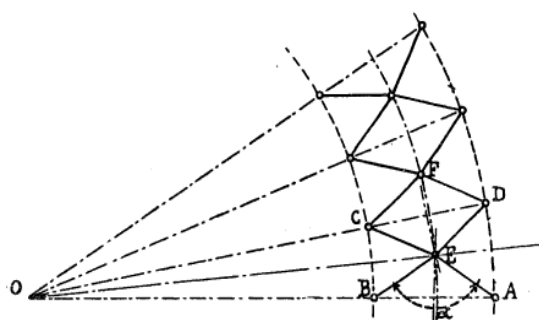


Fig. 1.

lèles comme dans la figure 1, mais sur des circonférences concentriques, et les sommets correspondants A et B ou D et C sont sur le même rayon. La circonférence divi-

Fig. 2. — Principe de la poulie extensible *Delagneaux*.

sant les diagonales concourantes CD et BA, en deux parties égales, est le lieu des points d'assemblages intermédiaires constituant les points d'appui des leviers AEC, DEB, etc.

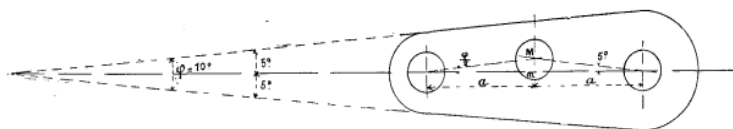


Fig. 3.

D'autre part, chacun de ces points est situé sur la bissectrice de l'angle formé par deux rayons consécutifs.

Il s'ensuit que les trois axes d'un même levier rigide DEB, par exemple, ne sont pas en ligne droite, comme dans la figure 1, et que les bras de leviers extérieurs FD, DE, EA,

sont plus grands que les bras de leviers intérieurs FC, CE, EB. Il faut en effet que pendant les variations de l'angle α , les arcs EF, BC et AD restent constamment proportionnels à leurs rayons respectifs, puisque les différentes sommes de tous ces arcs

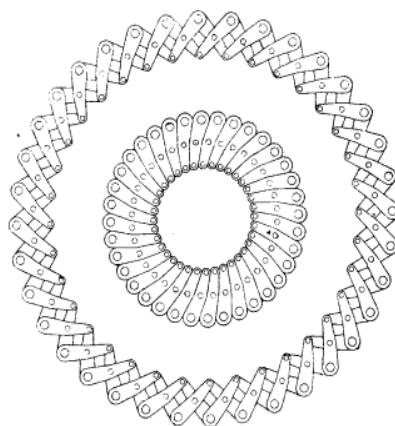
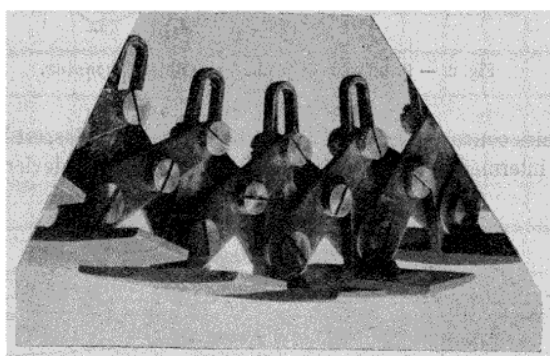


Fig. 4.

forment des circonférences qui doivent être constamment proportionnelles à leurs diamètres.

On donne aux bielles constituant cette couronne une forme et des dimensions qui dépendent du rapport diamétral et de la puissance à obtenir (fig. 3), et on les

Fig. 5. — Fragment d'une jante de poulie *Delagneaux*.

assemble comme l'indique la figure 4: on peut, d'autre part, pour les couronnes de grande puissance, juxtaposer plusieurs bielles.

Le mouvement extensible de cette couronne se produit à la moindre impulsion simultanée de deux forces venant du centre et agissant en sens inverse; à tous les

diamètres, ces deux forces pourront vaincre un nombre illimité de forces centripètes agissant sur toute ou partie de la périphérie, et cette périphérie conservera toujours une parfaite rondeur quels que soient les diamètres, ainsi que l'action et le nombre des forces en jeu.

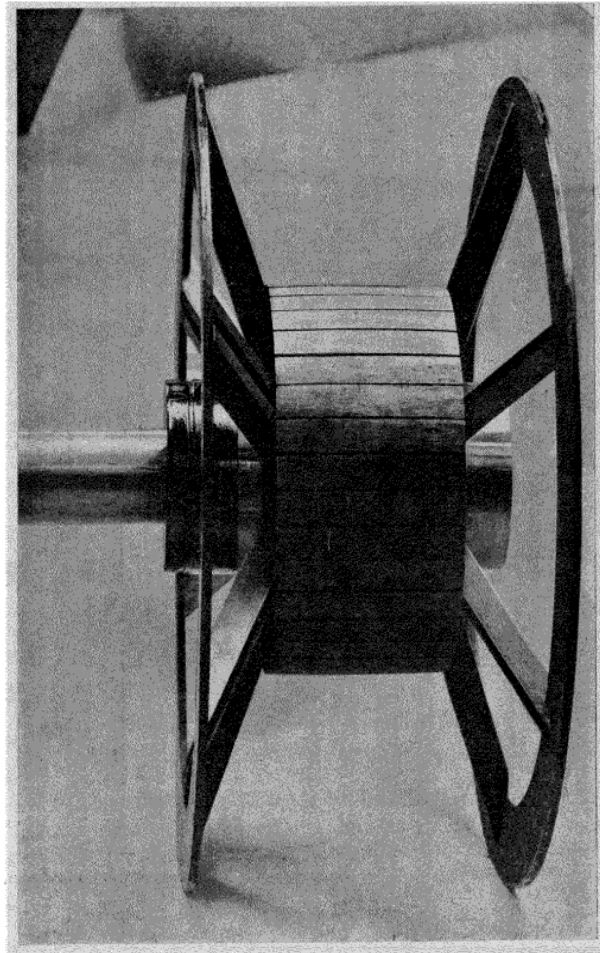


Fig. 6. — Poulie *Delagneau* avec variation de diamètre de 50 p. 100.

Pour obtenir une jante de poulie extensible, il a suffi de monter une traverse sur chaque paire de ciseaux (fig. 5). Cette sorte de chaîne circulaire a, comme construction, beaucoup d'analogie avec les chaînes à fuseaux : les biellottes et les traverses se font en série au découpoir, en tôle d'acier ou en acier moulé pour les organes de grandes dimensions. Au point de vue travail et usure, elle peut être égale-

ment comparée aux chaînes Galle, puisqu'elle travaille presque toujours à la traction; comme elle, on peut facilement soit la réparer, soit la remplacer soi-même lorsque l'usure des axes et des bielles est complète.

La variation diamétrale de cette jante est obtenue (fig. 6) par la plus ou moins grande pénétration d'un cône mobile à bras mâles dans un cône fixe à bras femelles, la

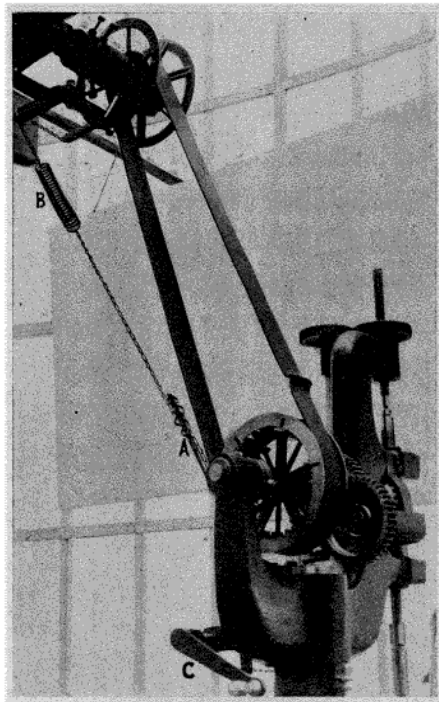


Fig. 7. — Poulie *Delagheaux*. Commande directe d'une perceuse; mise en marche et arrêt par le levier A. Variations de la vitesse par la manette C.

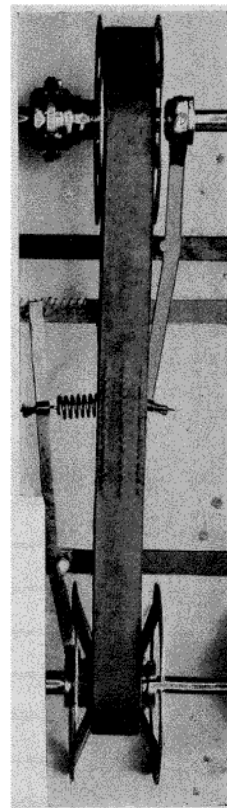


Fig. 8. — Poulies *Delagheaux*. Application aux automobiles.

jante extensible étant montée à l'intersection de ces deux cônes opposés par le sommet.

M. Delagheaux a exposé au dernier Salon de l'Automobile une paire de ces nouvelles poulies actionnant une machine à percer (fig. 7), les avantages qui résultent de cette application sont les suivants : Elle supprime le renvoi intermédiaire et l'embrayage, c'est-à-dire le tambour de commande, la courroie de commande, la poulie fixe et la poulie folle du renvoi, l'arbre, les deux chaises et les deux paliers, les organes de l'embrayage et enfin les cônes étagés; l'arrêt et la mise en marche sont obtenus en

établissant ou en rompant la corrélation entre les deux poulies au moyen d'un simple levier A. La transmission s'effectue avec n'importe quelle courroie agissant sur une jante dans les mêmes conditions favorables qu'avec une poulie ordinaire. Grande puissance d'entraînement, car dans un emplacement restreint, la jante de la poulie Delagneaux peut être très large, et le coefficient d'adhérence de la courroie sur cette jante se trouve augmenté par suite de la discontinuité de la périphérie.

Par le ressort à boudins B, la courroie est tendue automatiquement pendant le travail; il n'est plus nécessaire de la raccourcir pour la retendre; d'autre part, lorsque l'on arrête la machine, la courroie se trouve détendue et au repos puisque à ce moment les deux poulies sont à leurs plus petits diamètres. On a toute la gamme des vitesses en tournant simplement la manivelle C.

L'application de ces poulies aux machines de toutes sortes apportera un notable appoint de sécurité puisque les ouvriers n'auront plus à toucher aux courroies.

Les poulies Delagneaux sont, en outre, destinées à jouer un rôle important en automobilisme. La figure 8 nous montre un changement de vitesse progressif constitué par deux de ces poulies.

NOUVEAUX DIAGRAMMES APPLIQUÉS A LA THERMODYNAMIQUE INDUSTRIELLE,
d'après *M. Mollier* (1).

On fait généralement usage dans les calculs des transformations réversibles de la relation

$$\left. \begin{aligned} dQ &= du + A p dv \\ T ds &= du + A p dv \end{aligned} \right\} (1)$$

Dans cette formule T , s , u , p , v , et A sont respectivement la température absolue, l'entropie, l'énergie, la pression, le volume du corps travailleur et l'équivalent calorifique du travail. L'emploi de cette formule est toujours très avantageux dans les cas où s , v , et u sont des variables indépendantes, et particulièrement lorsqu'il s'agit des transformations sous entropie constante (adiabatiques), sous volume constant ou énergie constante. Les transformations adiabatiques jouent un rôle prépondérant dans les problèmes de la thermodynamique; au contraire, on a, dans l'industrie, très rarement affaire aux transformations sous volume ou sous énergie constante. Dans la plupart des cas la pression, p est donnée et les transformations sous pression constante sont, au point de vue industriel, les plus importantes.

En considération de ce que nous venons de dire, la relation (1) peut être mise sous la forme :

$$dQ = T ds = d(u + A p v) - A v dp.$$

En posant (2) :

$$i = u + A p v$$

(1) *Zeitsch. d. Verein Deutsch Ingen.*, page 271, 1894. Traduction de M. Barsky.

(2) La valeur de i est un des potentiels thermodynamiques indiqués par Gibbs. Des valeurs à peu près analogues à i , comme $u - sT$, et $u - sT + A p v$ sont appliquées couramment dans la thermodynamique théorique, tandis qu'on n'a guère fait usage, jusqu'à présent, de la valeur de i . Pour les vapeurs, Stodola a proposé d'appeler la valeur de i « chaleur de la vapeur »; dans ce cas, pour des gaz, il faut aussi appeler cette valeur « la chaleur du gaz ».

la relation ci-dessus prendra la forme :

$$\left. \begin{aligned} dQ &= di - Av dp \\ T ds &= di - Av dp \end{aligned} \right\} \text{ II}$$

Sous cette nouvelle forme cette équation se prête tout aussi bien au calcul des transformations adiabatiques qu'à celui des transformations sous pression constante ; en outre, le terme i est, au point de vue technique, plus important et, pour l'ingénieur, d'un usage plus courant que le terme u de la relation (I).

On peut, du reste, se rendre facilement compte de la valeur de i en considérant une transformation sous pression constante ($dp = 0$), dans ce cas

$$dQ = di,$$

c'est-à-dire que la variation de i est égale à la chaleur fournie au corps ou à celle qui lui est enlevée. La valeur de i représente donc dans une transformation sous pression constante, la chaleur du corps (*Warmehalt*). De même, dans une transformation sous volume constant, c'est l'énergie qui représentera cette quantité de chaleur. La valeur de i , comme les valeurs p, v, T, s, u , est aussi une fonction de l'état du corps et elle est mesurée en calories.

Pour une transformation adiabatique ($s = \text{constant}$) on aura d'après la relation (II) :

$$A \int_{p_0}^p v dp = i - i_0.$$

La relation ci-dessus joue un rôle très important lorsqu'il s'agit de calculer le travail d'une machine idéale à piston ou l'énergie d'écoulement d'un fluide. Il est incontestable que, grâce à l'introduction de la valeur i , la relation ci-dessus se présente sous une forme très simple et commode pour les calculs.

On peut aussi facilement établir des relations très simples en fonction de la chaleur du corps de chaleur pour des gaz parfaits comme pour les vapeurs.

Pour les gaz, on aura simplement

$$di = c_p dt$$

et pour

$$\begin{aligned} c_p &= \text{constant} \\ i &= c_p t + C. \end{aligned}$$

Pour les vapeurs saturées, cette chaleur i est de

$$i = q + Apv' + xv.$$

Dans cette dernière équation $q, v',$ et x sont la chaleur du liquide, la chaleur de vaporisation, le volume du liquide et l'humidité de la vapeur. Pour la vapeur sèche on peut aussi écrire :

$$i = \lambda + Apv'.$$

Pour la vapeur surchauffée, on a la relation bien connue :

$$i = \lambda + Apv' + c_p (t - \theta)$$

où c_p est la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée et θ est la température de saturation correspondante à la pression donnée.

Le terme Apv' , pour la vapeur d'eau, est, comparativement aux autres termes de cette relation, extrêmement petit.

Dans le cas où v^1 est variable, les relations établies pour i ne sont plus applicables, parce que, dans ce cas, q ne représente plus l'énergie du liquide, et, par conséquent, $q + Apv^1$ n'en représente plus la chaleur.

Dans ce cas, la chaleur du liquide est, surtout au point de vue pratique, une valeur peu commode, et il sera certainement préférable d'indiquer, dans les tables usuelles des vapeurs, la chaleur à l'état limite au lieu de la chaleur du liquide. Il sera tout

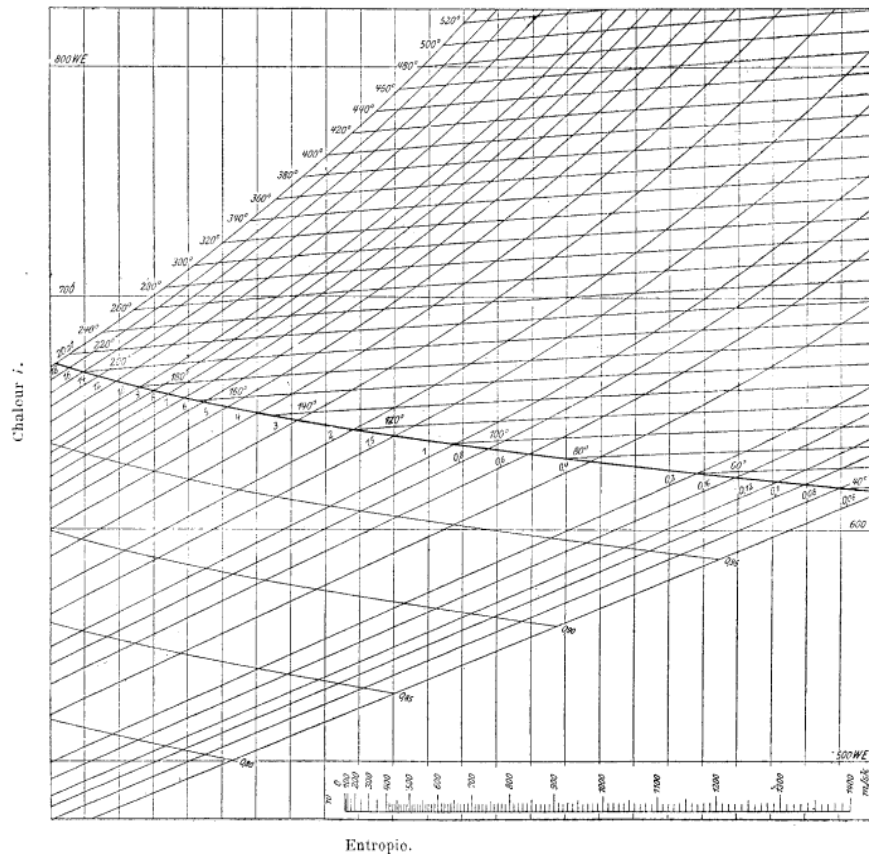


Fig. 1. — Diagramme is .

particulièrement d'une très grande utilité de l'indiquer pour les liquides employés dans les machines frigorifiques. Elle est de

$$i' = q + \int_0^t v^1 dp.$$

Grâce à l'introduction de cette quantité de chaleur, on peut tracer des diagrammes nouveaux qui seront d'une grande utilité dans les problèmes de la thermodynamique.

En portant l'entropie s en abscisses et le contenu de chaleur i en ordonnées, on obtient le diagramme is (fig. 1). Dans ce diagramme, toutes les quantités de chaleur fournies ou enlevées sous pression constante, ainsi que le travail $\int v dp$, sont représentées par des longueurs et peuvent être facilement mesurées.

Nous allons appliquer ce diagramme pour quelques cas particuliers.

Vapeur d'eau (fig. 1). — Pour établir ce diagramme, on commence par tracer les courbes limites en portant les valeurs de $q + \lambda p v^1$ et de $\lambda + \lambda p v^1$ en ordonnées et les valeurs des entropies correspondantes $\int \frac{dq}{T}$ et $\int \frac{dq}{T} + \frac{r}{T}$ en abscisses; ces valeurs sont données dans les tables de vapeur. Les courbes des pressions constantes sont, dans la région de saturation, des lignes droites, étant donné qu'en cette région

$$\left(\frac{di}{ds}\right)_p = T.$$

On trouve les courbes des humidités de vapeur $x = \text{constante}$ de la même manière que dans le diagramme de PV ou dans celui de Ts, c'est-à-dire qu'on divise, dans le diagramme, les droites isothermiques en parties égales, et qu'on relie ensuite les points correspondants. Nous avons admis, dans notre diagramme, que, dans la région de surchauffe, la chaleur spécifique sous pression constante $c_p = 0,48$.

Les courbes des pressions sont, par suite, des lignes logarithmiques, que l'on trace avec le même gabarit; par le fait que $\left(\frac{di}{ds}\right)_p = T$, ces courbes se joignent aux droites placées dans la région de saturation sans changement brusque de direction. Pour compléter le diagramme, il reste à tracer, dans la région de surchauffe, une série de lignes isothermiques, ce qui est facile à faire parce que $c_p = \text{constante}$.

Travail d'une machine ou d'une turbine à vapeur parfaite. — Étant donné que ce travail, exprimé en calories, pour $s = \text{constante}$, est de

$$AL = \int_{p_0}^p v dp = i - i_0$$

il suffit de tirer une perpendiculaire du point caractérisant l'état instantané de la vapeur jusqu'à la ligne de contre-pression p_0 ; la distance de ce point à la ligne p_0 représente le travail cherché.

Vitesse d'écoulement w de la vapeur d'eau. — On sait que l'énergie cinétique d'écoulement sans frottement d'un jet de vapeur est égale au travail d'une machine à vapeur idéale fonctionnant avec de la vapeur ayant la même pression initiale et finale; la distance, dont nous avons parlé plus haut est, par conséquent, aussi égale à $\frac{Aw^2_0}{2g}$. Pour trouver encore plus rapidement la vitesse w_0 , on peut faire usage, pour mesurer cette longueur, de l'échelle des vitesses jointe à la fig. 1.

L'emploi de ce diagramme trouvera de nombreuses applications dans la théorie ainsi que dans les essais des machines ou turbines à vapeur.

Laminage de la vapeur. — La chaleur de la vapeur ne varie par son laminage.

Les courbes de laminage, dans le diagramme, sont, par conséquent, des lignes horizontales, et les changements d'état de la vapeur résultant du laminage peuvent facilement être relevés.

Machines frigorifiques. — Étant donné que, dans la machine frigorifique, toutes les valeurs fondamentales dépendent de la chaleur aux quatre points principaux du cycle, l'emploi du diagramme is dans les applications à ces machines est tout particulièrement commode. Le diagramme doit embrasser, dans ce cas, non seulement

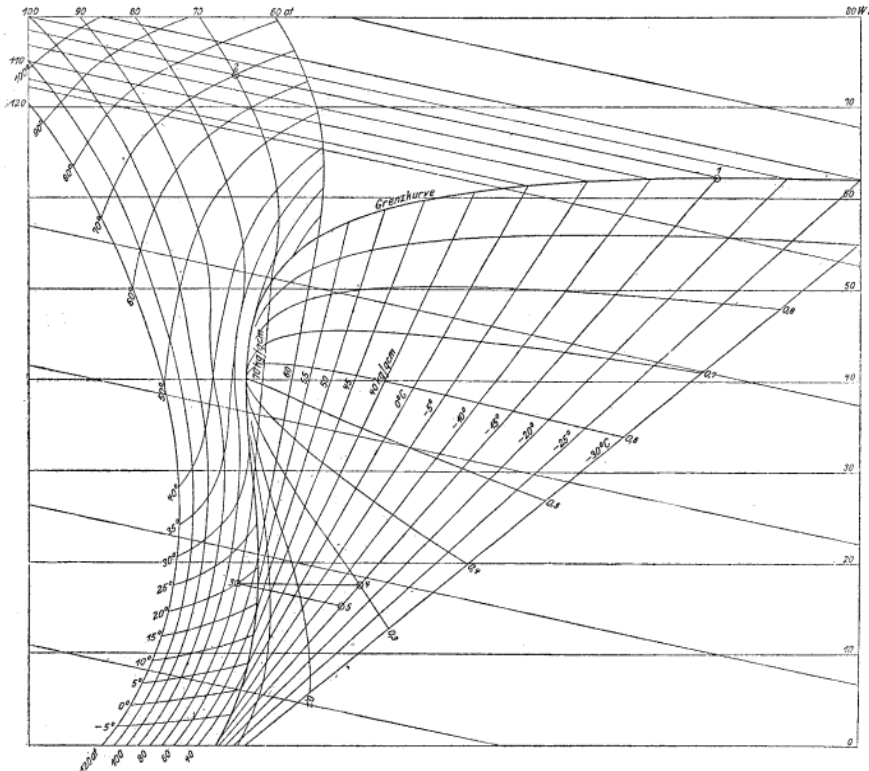


Fig. 2. — Diagramme is pour l'acide carbonique.

toute la région de saturation, mais aussi une grande partie de la région de surchauffe avoisinante. D'après ce que nous venons de dire, en adoptant pour la chaleur une échelle suffisamment grande, les dimensions du diagramme deviennent trop encombrantes. Pour remédier à cet inconvénient il est préférable d'adopter des axes de coordonnées obliques, c'est-à-dire inclinés sous un angle (α) notablement supérieur à 90° . En choisissant convenablement cet angle, tout en adoptant pour i une échelle suffisamment grande, la hauteur du diagramme ne dépassera pas les limites qui conviennent à l'usage pratique. Pour déterminer à l'aide de ce diagramme la valeur de i , il est nécessaire de se servir de deux échelles différentes : l'une, échelle princi-

pale, servant à mesurer les ordonnées obliques, c'est-à-dire dans la direction des lignes adiabatiques et la seconde, plus petite, servant à mesurer les longueurs dans la direction normale, cette dernière étant avec l'échelle principale dans le rapport de $\sin \alpha$. L'emploi de ces deux échelles ne présente aucune difficulté dans les applications pratiques. L'échelle de l'entropie doit être choisie de façon que tous les systèmes de lignes ainsi que leurs intersections soient bien visibles. La figure 2 représente le diagramme *is* pour l'acide carbonique, où $\sin \alpha = 1/5$ (1).

A titre d'exemple, nous avons tracé dans le diagramme fig. 2 les points 1, 2, 3, 4 et 5 qui correspondent aux différentes transformations dans une machine frigorifique parfaite fonctionnant dans les conditions suivantes : température du réfrigérant -15° , pression au condenseur ou liquéfacteur 70 atm., température de l'acide carbonique liquide à l'entrée dans le robinet de détente 20° , aspiration des vapeurs sèches et compression adiabatique.

— Point 1 : état des vapeurs aspirées par le compresseur.

Ligne 1, 2 : compression; la longueur de cette ligne, mesurée avec l'échelle principale (1. calorie = 5 mm.) donne, comme travail de compression, $AL = 11,3$ calories.

— Point 2 : État final de la compression, température 70° .

Ligne 2, 3 : dégagement de chaleur et liquéfaction dans le condenseur et le refroidisseur. La distance mesurée normalement entre 2 et 3 est égale à la chaleur enlevée et est à mesurer avec la petite échelle (1. calorie = 2 mm.) $Q = 55,5$ calories.

— Point 3 : état à l'entrée dans le robinet de détente, nous avons adopté une température de 20° .

Ligne 3, 4 : écoulement à travers le robinet de détente sans changement du contenu de chaleur.

— Point 4 : état de la vapeur à l'entrée dans le réfrigérant, teneur spécifique de la vapeur $x_1 = 0,3$.

Ligne 4, 1 : la distance mesurée normalement entre 1 et 4 est égale à la production Q_0 du froid et est à mesurer avec la petite échelle. $Q_0 = 44,2$ frigories.

Considérons maintenant le cas où le robinet de détente est remplacé par un cylindre de détente. Dans ce cas, le cycle se modifie, à partir du point 3, de la manière suivante :

Ligne 3, 5 : détente adiabatique de l'acide carbonique dans le cylindre de détente; la longueur 1,2 est égale au travail produit AL_0 ; cette dernière mesurée avec l'échelle principale. $AL_0 = 2,4$ calories.

— Point 5, 1 : chaleur enlevée au réfrigérant.

Ligne 5, 1 : chaleur enlevée au réfrigérant. La distance mesurée normalement avec la petite échelle, entre 1 et 5, est égale à la production du froid. $Q_0 = 46,6$ calories. (Cette dernière valeur est plus forte que celle calculée plus haut de la quantité AL_0 .)

On voit que ce diagramme fournit d'une façon très simple tous les éléments du cycle d'une machine frigorifique à acide carbonique et permet d'étudier l'influence des variations des différentes valeurs.

Gaz parfaits. — Si l'on admet que la chaleur spécifique reste constante, le diagramme

(1) Les données qui ont servi pour tracer ce diagramme sont basées sur les résultats des essais de Amagat et calculées par l'auteur. Voir *Zeisch. f. Kälte Ind.*, 1893 et 1896.

is , pour les gaz, est identique à celui des Ts ; l'échelle des ordonnées varie seulement. Ce diagramme remplit le même but que les diagrammes des vapeurs.

On peut aussi, à l'aide de la relation (II),

$$Tds = di - A v dp.$$

construire un diagramme ip « pression et chaleur ». Ce diagramme rendra les mêmes services que le diagramme is . Suivant le cas, on donnera la préférence à l'un ou à l'autre. C'est ainsi que, dans les problèmes concernant la vapeur d'eau, le diagramme is est incontestablement plus avantageux que celui de ip ; au contraire le diagramme de ip se prête mieux à la résolution des problèmes relatifs aux machines frigorifiques. Ce dernier est particulièrement avantageux lorsqu'il s'agit d'une machine frigorifique munie d'un robinet de détente. Le diagramme en question est représenté par la figure 3,

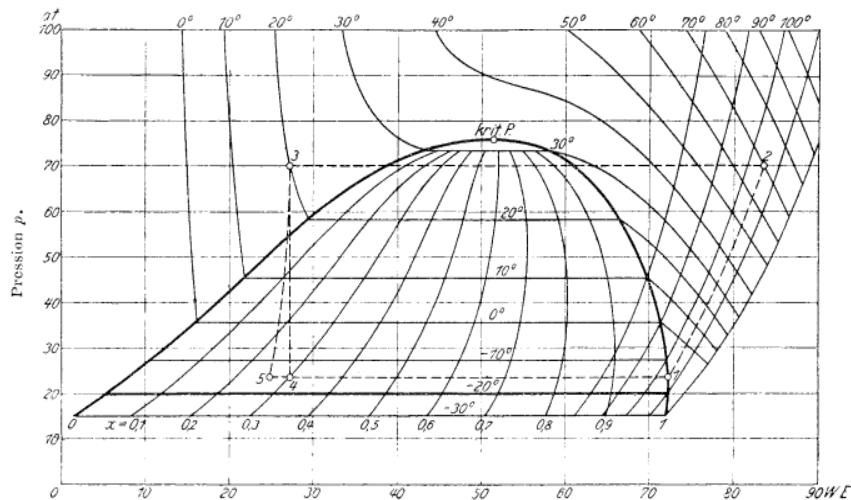


Fig. 3. — Diagramme ip pour une machine frigorifique à acide carbonique.

dans laquelle nous avons indiqué les points 1, 2, 3, 4 et 5 correspondant au cycle de l'exemple précédent. La pression est portée en ordonnée avec le système de coordonnées rectangulaire; les courbes raides du côté droit sont des lignes adiabatiques. Le travail pendant la période de compression AL est donné, dans ce diagramme, par les distances horizontales des points 1 et 2; la ligne 2, 3 représente la chaleur du condenseur Q , les longueurs 4,1 et 5,1 représentent les productions de froid Q_0 , sans et avec un cylindre de détente et, enfin, la longueur 3-4 représente le travail AL_0 du cylindre de détente.

INSTALLATION D'ESSAIS DE LOCOMOTIVES DU PENNSYLVANIA RY
A L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS (1).

Nous avons décrit, à la page 669 de notre *Bulletin* de septembre dernier, l'ensemble de cette remarquable installation; nous complétons aujourd'hui cette description par celle des dynamomètres enregistreurs des efforts de traction.

(1) *American Machinist*, 31 décembre 1904, p. 1661.

Le transmetteur dynamométrique est en *e* (fig. 1) entre les butées *a* et *b*, reliées par

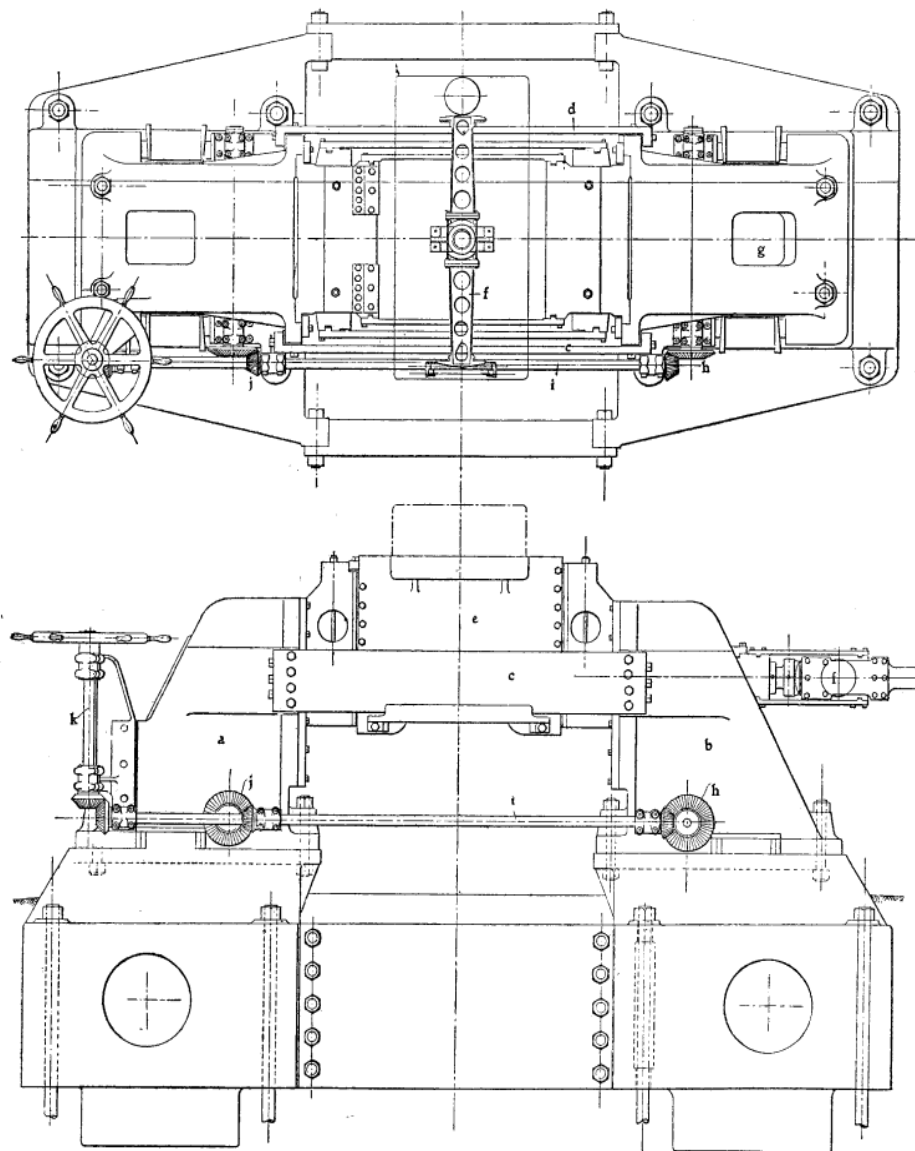


Fig. 1. — Dynamomètre pour essais de locomotive. Élévation et plan du transmetteur.

les tirants *c* et *d* de manière à constituer un massif résistant aux efforts de traction et de poussée de la locomotive. La barre d'attelage du dynamomètre est attaquée par le

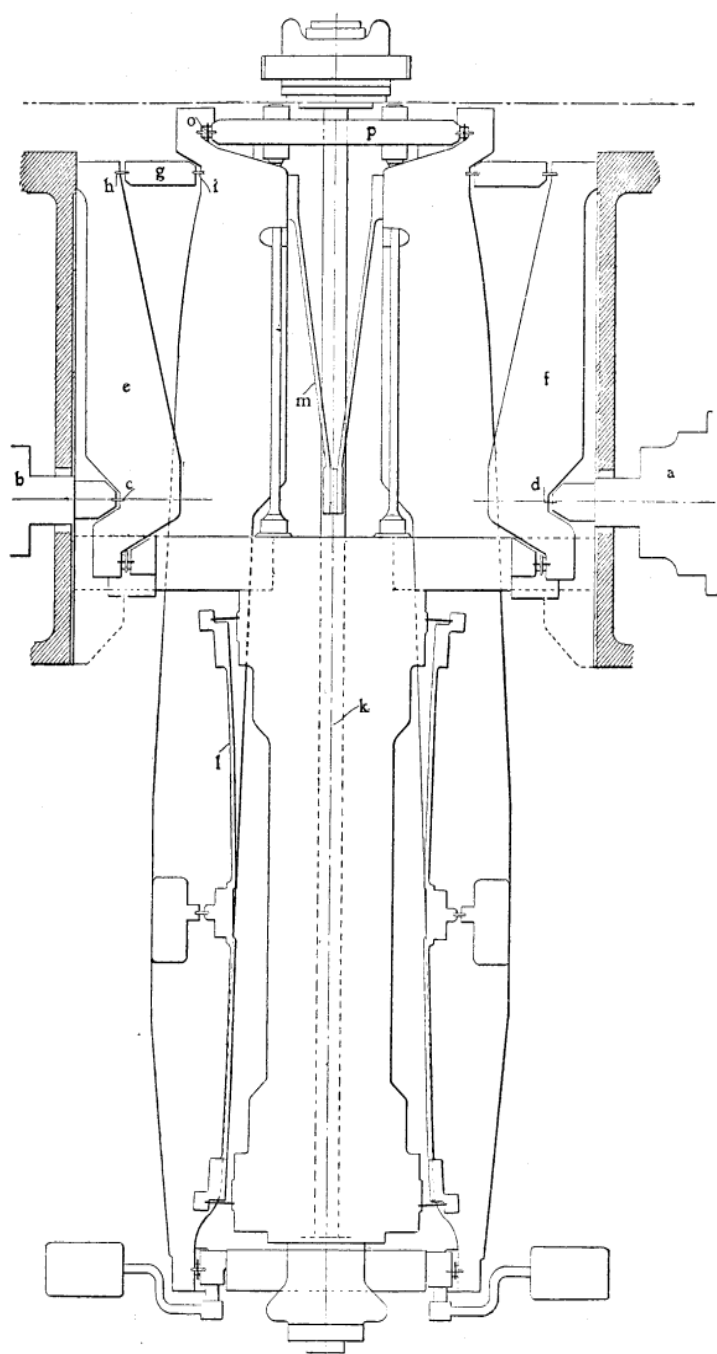


Fig. 2. — Détail des leviers.

joint universel *g*, pouvant, avec *e*, s'ajuster à la hauteur du crochet de la locomotive au moyen de vis commandées par le train *kij*.

Les déplacements de la barre d'attelage se transmettent, par les poussoirs *a* et *b* (fig. 2) conjugués par un étrier, et agissant : *b* sur *e* pour la traction et *a* sur *d* pour la poussée de la locomotive. Les talons supérieurs des leviers *h* et *f* affleurent normalement les bords de leur châssis, sur lesquels appuient ces talons, de *f* ou de *e*, suivant que la locomotive tire ou pousse. La poussée de *b* sur *c*, ou de *a* sur *d*, se transmet par les articulations lamellaires *hgi* aux longs leviers *j*, qui attaquent, par des articula-

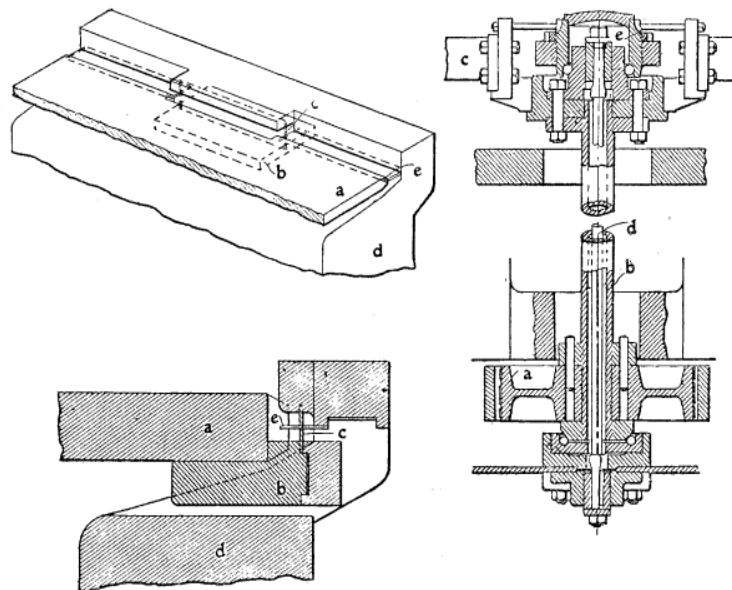


Fig. 3. — Détail d'une attache de levier et de l'attaque du tube *b*.

tions analogues la tige de torsion *k*. Cette tige reçoit ainsi 13 pour 100 environ de l'effort de traction ou de poussée de la locomotive, dont le reste est absorbé par la flexion des ressorts *l* et *m*, ajustables suivant la puissance de la locomotive. Chacune des articulations lamellaires *op* est à deux lames, l'une horizontale, pour supporter les poussées sur *j*, et l'autre verticale, pour supporter le poids de ce levier. L'une de ces articulations, celle du levier *j* de droite, est représentée en détail sur la figure 3, où *a* représente la pièce *p* de la figure 2, qui porte, en *b*, la lamelle verticale *c* du levier *d*, correspondant à *j*, et, en *e*, la lamelle qui reçoit la poussée de la locomotive. Les bras des leviers *e* et *f* sont (fig. 2) articulés de même.

Les extrémités inférieures des leviers *j* attaquent par une bande d'acier le tambour *a* (fig. 3) du tube *b*, dont le haut porte le bras *f* (fig. 1) pourvu, à l'une de ses extrémités, d'un style enregistreur et, à l'autre, d'un dash-pot amortisseur des vibrations. La tige de torsion *d* (fig. 3), à l'intérieur de *e*, lui est attachée par le haut, et est fixée au bas dans le bâti. Le tube *b* roule sur des billes avec réglage par l'écrou *e*.

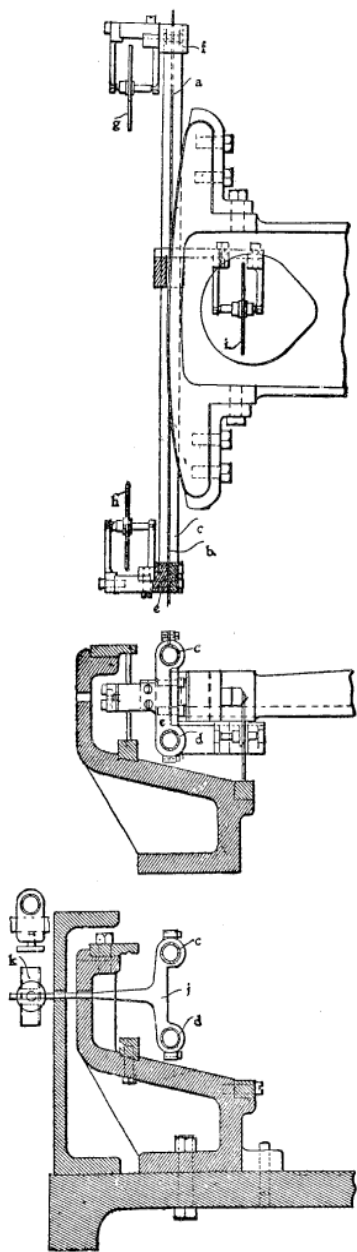


Fig. 4. — Détail du style enregistreur.

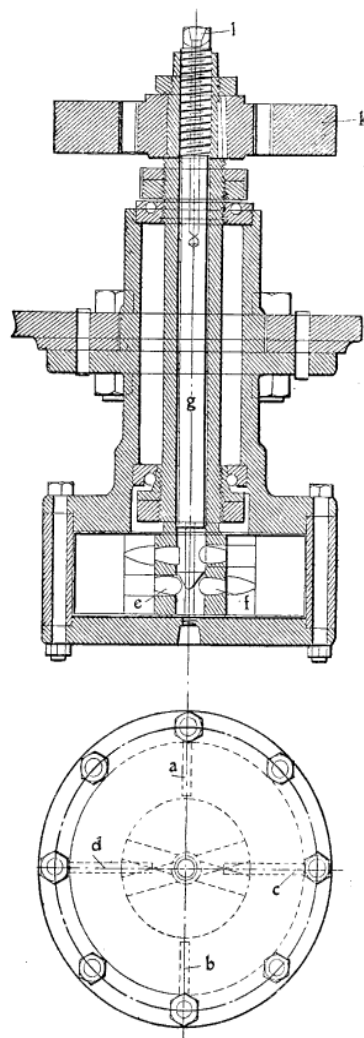


Fig. 3. — Dash-pot tournant.

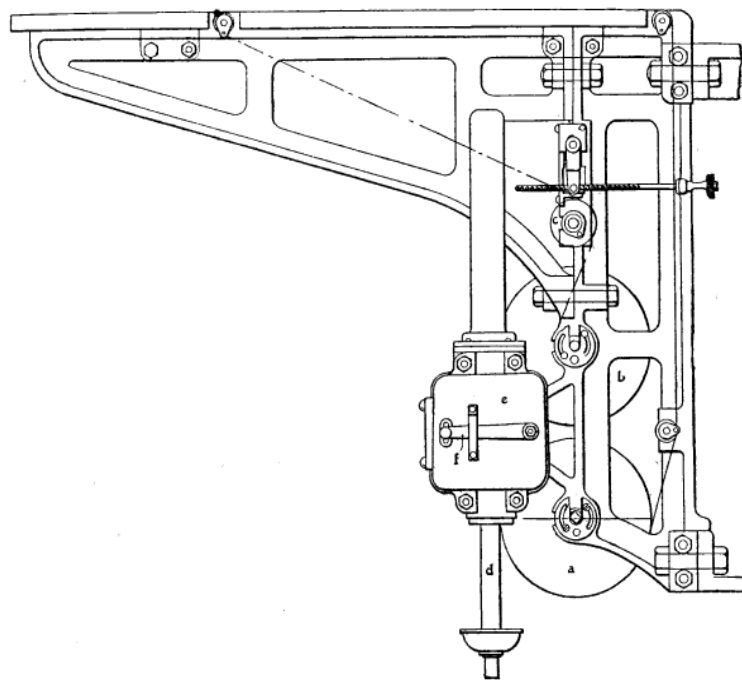


Fig. 6. — Détail de la table et du dérouleur de papier.

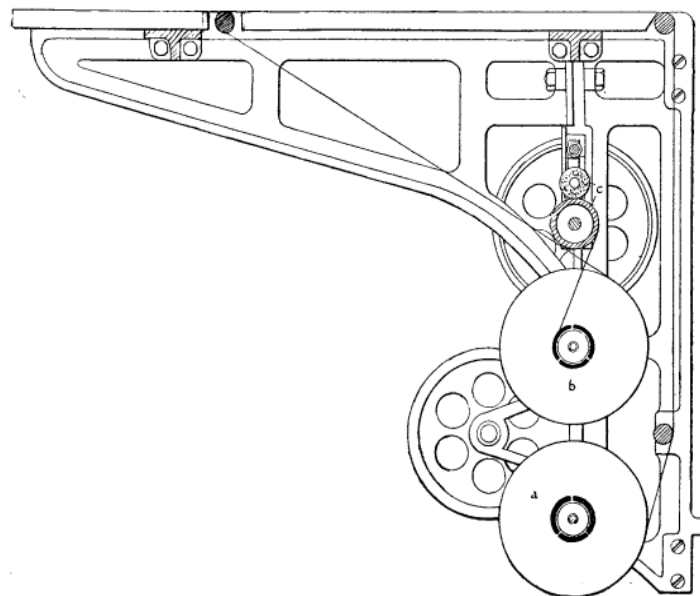


Fig. 7. — Détail de la table et du dérouleur de papier.

L'extrémité traçante du bras *f* attaque par les lames *a* et *b* (fig. 4) un chariot tubulaire *cdef*, sur roues *ghi*, avec plume *k*, montée en *j*; la course totale de ce style est de 200 millimètres.

Le dash-pot relié à l'autre extrémité du bras f se compose (fig. 5) d'un réservoir plein d'huile avec cloisons fixes c et d , a et b , affleurant le moyeu porteur de deux cloisons c et d , percé de trous e et f , pour le passage de l'huile, et réglables par le pointeau à vis g , à carrelet l , dont la rotation est commandée, du bras f , par des lamelles enroulées sur la roue k . Avec les locomotives à marchandises, en pleine vitesse, les vibrations sont très vives, et il a fallu les amortir par un second dash-pot.

La bande de papier enregistreuse part du rouleau *a* et revient sur *b* (fig. 6 et 7).

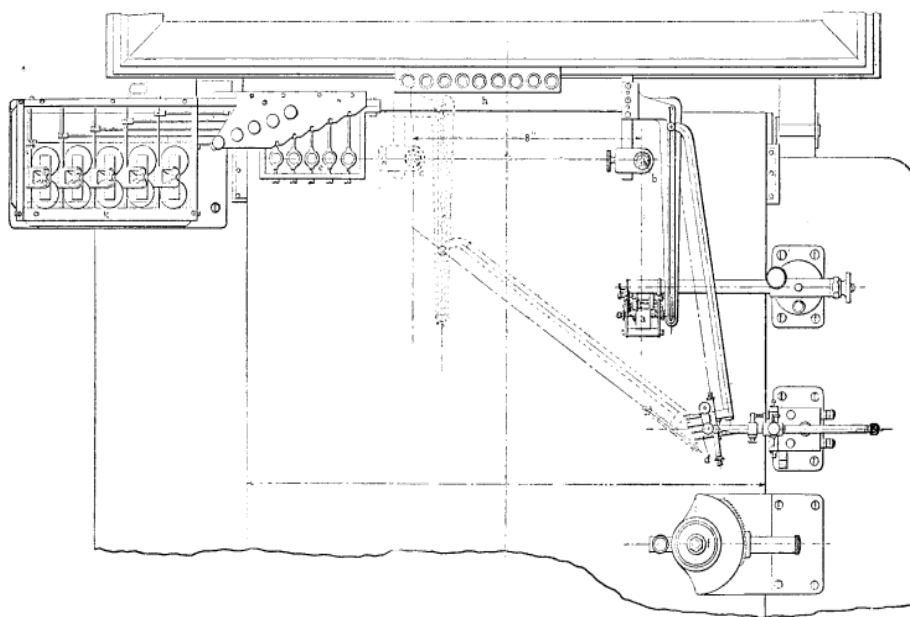


Fig. 8. — Plan de la table.

elle est entraînée par les cylindres *c*, que commande l'arbre *d*, actionné par une transmission télescopique des freins. Cet arbre *d* est pourvu d'un réversible *e*, commandé par le levier *f*, et qui permet de faire tourner le cylindre *c* toujours dans le même sens quel que soit celui de la locomotive.

Sur ce papier, un intégrateur *d* (fig. 8), relié au bras *f*, totalise les travaux de la locomotive; une plume électrique marque les nombres de tours, une autre les distances parcourues correspondantes, une autre les vitesses, une autre, en *a*, la ligne d'origine, base ou de zéro des diagrammes. Les positions des styles de traction au zéro et pour un effort de 80 000 livres (36 000 kilos) sont en *b* et en *c*. En *f*, se trouve l'indicateur des parcours, par 1 000 pieds, relié à l'une des plumes du groupe *e* par un contact électrique. En *g*, se trouvent les électro-aimants qui commandent ces plumes. En *h*, se trouve une réserve de plumes en cas d'accident à celles *e*.

LA CHAUDIÈRE RENARD

On a très souvent parlé de la chaudière de M. le colonel Ch. Renard, mais sans donner, sur sa construction, aucun détail. La description suivante, tirée des brevets récents de l'inventeur, comblera en partie cette lacune, en permettant de faire connaître, tout au moins, les principales particularités de cette chaudière.

La chaudière est (fig. 1) du type à tubes d'eau disposé en un serpentín 3, formé de deux parties A et B (fig. 4). L'eau du réservoir 13 (fig. 1) est refoulée par la pompe 14

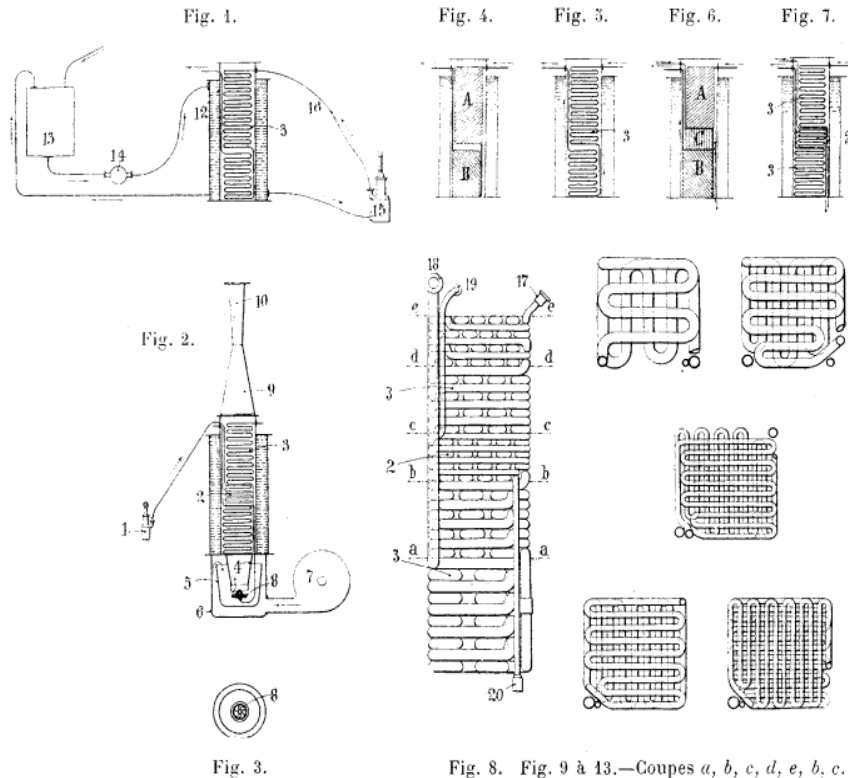


Fig. 3.

Fig. 8. Fig. 9 à 13.—Coupes a, b, c, d, e, b, c.

Fig. 1 à 13. — Chaudière Renard. Schémas.

dans une enveloppe 12, entourant cette chaudière, où elle s'échauffe, et d'où elle est prise par une pompe alimentaire 15, qui la refoule en 16, dans le haut A du serpentín. De cette partie A, l'eau passe au bas de la partie B, chauffée par le foyer 4 (fig. 2), et se vaporise en traversant B de bas en haut, de sorte que le bas de B, soumis directement à la chaleur du foyer, est toujours plein d'eau.

Le chauffage se fait au pétrole, et ce pétrole est refoulé au brûleur 8 du foyer au travers d'un serpentín 2, disposé entre les parties A et B du serpentín vaporisateur, avec une surface de chauffe, et en un point, déterminés par le tâtonnement, tels que,

en allure normale de la chaudière, le pétrole ne fasse que se vaporiser en 2 sans se décomposer avant d'arriver au brûleur.

L'air de combustion est soufflé au foyer par un ventilateur 7 (fig. 2) et s'échauffe, avant d'arriver au brûleur, pendant son trajet, 6, 5, 4, sur les parois de 5 et de 4, qui sont en acier au nickel, disposition qui réduit au minimum les pertes par rayonnement de l'enceinte froide 6. La disposition biconique 9-11 de la cheminée a pour effet d'atténuer le ronflement de la flamme de pétrole.

Les figures 8 à 13 donnent le détail d'un serpentín: l'eau y arrive, par 17, dans la partie supérieure de 3, et la vapeur en sort par 18; le pétrole traverse de 19 en 20 son serpentín de vaporisation 2. Les tubes de serpentín 3 se croisent d'une rangée à l'autre

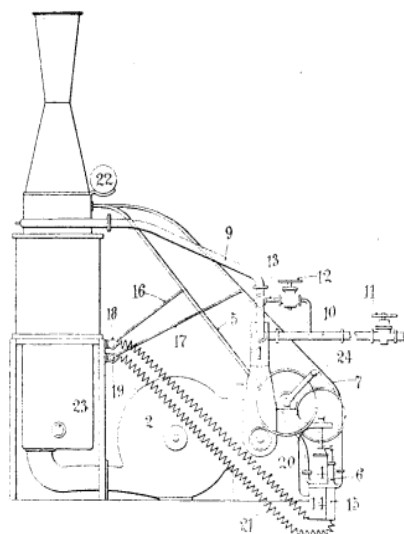


Fig. 14. — Chaudière Renard. Ensemble.

de manière à présenter à la flamme une surface de chauffe très concentrée et très active. Le rendement de la chaudière est d'environ 90 pour 100, même en marche forcée.

En fig. 14, la conduite de vapeur 9-10 fait passer cette vapeur au travers d'un moteur auxiliaire 1, qui commande le ventilateur 2 du foyer et les pompes 4 et 6 d'alimentation de l'eau et du pétrole, déterminées de façon à fournir toujours l'air, le pétrole et l'eau en proportions nécessaires pour assurer la vaporisation complète de l'eau et la combustion parfaite du pétrole, indépendamment de la vitesse du moteur auxiliaire 1. A chaque tour de ce moteur, correspond la vaporisation d'un poids donné d'eau, en vapeur saturée ou surchauffée.

Ce moteur auxiliaire se trouvant en série avec le moteur principal de la canalisation 10, si l'on désigne par p la pression d'admission à ce moteur principal, la pression p' , d'admission au moteur auxiliaire, doit dépasser p de la quantité nécessaire pour lui fournir la puissance qu'exige l'alimentation: mais la quantité de chaleur nécessaire pour surélever de p à p' la pression de la chaudière est très faible, de sorte que l'alimentation ainsi faite ne dépense que très peu de combustible. La pression p' de la

chaudière restant constante, la pression p d'admission au moteur principal se règle par la prise de vapeur 11, de sorte que la chute de pression $p' - p$, motrice de 1, augmente avec l'ouverture de 11 et la puissance du moteur principal, à laquelle se proportionnent ainsi automatiquement les débits de l'air, de l'eau d'alimentation et du pétrole. On peut, d'autre part, dériver directement sur le moteur principal, par le branchement 13-12, une partie de la vapeur de la chaudière, de manière à ralentir la marche du moteur alimentaire 1, et à faire baisser la pression ou la vaporisation de la chaudière aux mises en train ou dans les marches prolongées à faibles charges.

Des branchements 16 et 17, sur les conduites de refoulement 5 et 7 des pompes 4 et 6, avec robinets 18 et 19 gradués et reliés aux réservoirs d'aspiration 14 et 15 par

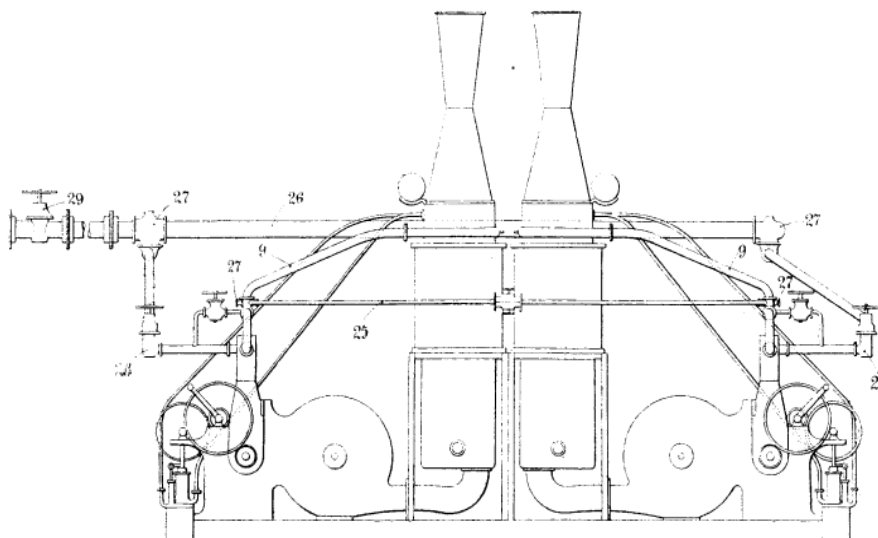


Fig. 15. — Chaudières Renard accouplées.

des tuyaux ondulés 20 et 21, permettent de régler le débit de l'eau et du pétrole. La longueur des tuyaux 20 et 21 et leur résistance sont calculées de manière à limiter à un volume prévu les retours d'eau et de pétrole. On peut ainsi assurer la fumivورية de la combustion et régler la surchauffe de la vapeur.

La mise en train se fait par de l'alcool ou de l'essence du réservoir 22, que l'on amène au foyer et allume en 23, le moteur d'alimentation étant débrayé; puis on fait marcher le ventilateur et l'alimentation de l'eau et du pétrole à la main, par la manette 24; on purge la vapeur très humide formée dès cette mise en train, on ferme 23, et on embraye le moteur 1. L'arrêt se fait très rapidement, en fermant l'alimentation du pétrole.

La figure 15 représente l'accouplement de deux de ces chaudières avec les deux tuyaux 9, reliés par un tuyau 25 assurant l'égalité des pressions d'admission aux deux moteurs d'alimentation, dont les échappements au moteur principal sont conjugués aussi en 26-27; avec clapet d'arrêt 27, séparant les chaudières en cas de rupture de la canalisation 26. Cette séparation peut aussi se faire par les robinets 28.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 13 janvier 1905.

Présidence de *M. H. Le Chatelier*, président.

M. le Président informe le Conseil que *M. le ministre de l'Agriculture* vient d'allouer à la Société d'Encouragement une *subvention de 1710 francs*. Il remercie vivement *M. le ministre* de cette subvention qui sera, comme les précédentes, consacrée à des recherches et travaux utiles à l'Agriculture.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. L. Remond, 70, rue d'Avron, demande une annuité de brevet pour un appareil de « *tout à l'égout* » (Constructions).

M. Chalaix, 71, rue d'Allemagne, demande une annuité de brevet pour un *appareil de sécurité*: protection des machines (Arts mécaniques).

Les établissements *Durenne*, 26, Faubourg-Poissonnière, présentent un *appareil de chauffage* (Arts économiques).

M. de Saint-Gilles, 88, rue Lecourbe, demande une annuité de brevet pour une *serrure électrique* (Arts économiques).

M. G. Aron, 5, rue des Messageries, présente une *peinture préservatrice* de la rouille (Constructions).

M. Darfeuille, à Peyrat-le-Château (Haute-Vienne), demande une annuité de brevet pour une *dynamo* (Arts économiques).

M. Robin, 42, rue du Mont-Cenis, présente un *aviateur* (Arts mécaniques).

M. Boirault, agent des chemins de fer de l'État français, présente un *attelage automatique* (Arts mécaniques).

M. Brule, 26, rue de Lille, Douai, présente un *moteur d'automobile* (Arts mécaniques).

MM. J. Chaligne, Massard et C^{ie}, 7, rue de la Nèva, présentent un *guide-tige* pour jeunes arbres (Agriculture).

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 191 du présent *Bulletin*.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale quelques nouveautés parues dans les périodiques de la dernière quinzaine.

Je vous ai souvent entretenus de l'utilisation des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke par les moteurs à gaz actionnant notamment les souffleries de ces hauts fourneaux, et vous savez combien les progrès si remarquables de cette utilisation, signalée dès son origine dans notre *Bulletin*, y ont été suivis de près (1), mais il est des plus intéressants, lorsqu'une question de cette importance se développe avec une pareille rapidité, de la mettre de temps en temps au point. C'est ce que vient de faire *M. de Mocomble*, dans un important mémoire publié dans la *Revue de Métallurgie* de janvier, et que vous trouverez reproduit dans notre *Bulletin* à la fin de ce mois. Depuis l'année 1894, date de la mise en marche du premier moteur à gaz de haut fourneau, par *M. Thwaite*, à Wishaw, grâce aux progrès incessants de la construction de ces moteurs et de l'épuration économique de gaz de hauts fourneaux, on est arrivé à assurer, malgré les variations, assez faibles d'ailleurs, du pouvoir calorifique de ces gaz suivant l'allure du haut fourneau, à réaliser, même pour les plus grandes puissances (jusqu'à des unités de 6000 chevaux), une marche très régulière et certaine, de sorte que l'on n'hésite plus devant l'établissement de ces moteurs sur une échelle parfois véritablement gigantesque. Tel est le cas de l'installation de 40 000 chevaux des forges de Lakanawa (2); et il semble que cette utilisation de gaz autrefois perdus avec la flamme des hauts fourneaux s'impose définitivement à toute usine métallurgique de quelque importance. En terminant son mémoire, rempli de renseignements des plus précieux, *M. de Mocomble* fait très justement remarquer le rôle capital joué par l'épuration des gaz dans le succès de leur utilisation par les moteurs, et il nous annonce une étude de cette épuration, étude qui sera certainement d'un très vif intérêt.

La question des signaux de chemins de fer devient de plus en plus difficile et importante par le fait de l'accroissement du nombre et de la vitesse des trains et, pour satisfaire à ces difficultés croissantes, il a fallu singulièrement étendre et perfectionner, dans ces dernières années, les différents systèmes de signaux. Ces perfectionnements ne sont guère connus que des spécialistes, surtout lorsqu'il s'agit des appareils étrangers; aussi convient-il de signaler tout particulièrement à votre attention un très intéressant mémoire que *M. Siegler* vient de publier, dans la dernière livraison des *Annales des Mines*, sur « le block system sur les lignes américaines ». Aux États-Unis, la cherté de la main-d'œuvre a conduit la plupart des Compagnies à adopter, pour les points les plus chargés de leurs lignes, des appareils de block system automatiques, c'est-à-dire fonctionnant sans l'intervention d'agents à poste fixe, et par le passage même des trains. Dès qu'un train entre dans une section de bloc, il met automatiquement à l'arrêt les signaux de cette section, qui restent à l'arrêt tant que le train reste dans cette

(1) *Bulletins* de mai 1899, p. 797; avril 1900, p. 663; mai 1901, p. 692; juin, août, octobre et décembre 1902, p. 158, 304, 538 et 830; février 1903, p. 121.

(2) *Power*, décembre 1903.

section, et même un peu après qu'il en est sorti; puis ils se remettent d'eux-mêmes en voie ouverte.

Ce bloc automatique est réalisé par une grande variété de systèmes, qui font tous appel à l'électricité que le train lui-même commut et distribue automatiquement aux mécanismes des signaux qui le couvrent, et cette électricité agit soit directement comme puissance motrice unique, en actionnant ces mécanismes par des dynamos ou des électro-aimants, soit par la commande de relais mettant en jeu des moteurs pneumatiques. Dans ce dernier cas, l'électricité ne commande directement que les petites valves de distribution de l'air comprimé à des appareils moteurs, situés au bas de chaque sémaphore ou groupe de signaux, et qui sont alimentés par une canalisation spéciale, que dessert une station centrale de compression. Il en est ainsi dans le cas du système de Westinghouse, qui donne, en Amérique, pleine satisfaction, et est actuellement à l'essai, en Angleterre, sur le London and South Western et à Paris à la gare de l'Est. Il suffit d'un courant extrêmement faible, d'environ 0,025 d'ampère à 10 volts, pour manœuvrer les valves à la fois délicates et très sûres de ces appareils. Dans le système dit « electrogas » de Hall, l'air comprimé est remplacé par de l'acide carbonique liquide emmagasiné dans des bouteilles en acier, disposées au bas des sémaphores, et dont le gaz est envoyé aux mécanismes des signaux par des distributeurs et détendeurs très ingénieux, que commande l'électricité. Ces bouteilles, qui renferment 22 kilogrammes d'acide carbonique liquéfié sous une pression d'environ 150 atmosphères, peuvent suffire à environ 10 000 mouvements de leur signal, et elles dispensent de la canalisation d'air et de ses compresseurs. Ce système est actuellement à l'essai, en Angleterre, sur le North Eastern Ry; il a aussi très bien fonctionné aux États-Unis.

Je ne puis, pour les très intéressants détails de ces appareils, que vous renvoyer au mémoire de M. Siegler; j'insisterai seulement sur la sécurité remarquable du fonctionnement de ces signaux et blocs automatiques, dont le taux des ratés dangereux, c'est-à-dire ouvrant une voie à contretemps, ne dépasse guère le millionième, c'est-à-dire la proportion d'un pour un million de signaux exécutés. C'est un chiffre des plus rassurants pour l'avenir, assez prochain sans doute, où le bloc automatique s'imposera définitivement.

On sait avec quelle activité se développent dans nombre de pays étrangers, en Allemagne et en Autriche notamment, le réseau de *voies navigables* : canaux et rivières canalisées, et il n'est pas étonnant que ce développement entraîne l'étude nouvelle de problèmes, anciens il est vrai, mais dont la solution s'impose plus que jamais. Parmi ces problèmes, il faut signaler, au premier rang, celui des écluses ou biefs de passage à hautes chutes. On sait, qu'à partir d'une certaine hauteur de chute, une dizaine de mètres au plus, les écluses ordinaires sont pratiquement inapplicables, il faut ou les fractionner ou les compliquer de dispositifs, tels que les bassins d'épargne, qui ont paru jusqu'ici trop coûteux ou trop compliqués. La seule solution qui ait été, jusqu'à présent, adoptée avec un véritable succès est celle des ascenseurs à flotteurs, comme celui de Henrichburg (1) ou à presses hydrauliques tels que ceux d'Anderton (2), des

(1) Z. V. *Deutscher Ingenieure*, 12 août 1899; *Traction and Transmission*, janvier et mars 1901; *Génie civil*, 1 octobre 1899.

(2) Type Clark et Stanfield. *Civil Engineers* de Londres, *Proceedings*, 21 mars 1876; *Ingénieurs civils de France*, *Bulletin*, juillet et octobre 1883.

Fontinettes (1), de la Louvière (2) et de Peterborough (3). Ce dernier franchit une différence de niveau de 20 mètres, la plus grande qu'ait abordée ce genre d'appareils, et ce avec des mécanismes formidables, comprenant 760 tonnes d'acier pour les poutres, bacs et portes de l'ouvrage, 226 tonnes de fonte pour les pistons, accumulateurs... et 320 tonnes d'acier coulé pour les presses, etc., soit, en tout, 1 306 tonnes.

Désireux de voir étudier à fond et peut être résoudre ce problème des écluses à très haute chute, le gouvernement austro-hongrois a récemment institué un concours international pour un système permettant de franchir à Prerau (Moravie) sur le canal du Danube à l'Oder, une différence de niveau de 36 mètres, en y permettant le passage, par vingt-quatre heures, de 60 bateaux de 600 tonnes chacun, à raison de 30 bateaux dans chaque sens. Les prix étaient très élevés : de 100 000 et de 75 000 couronnes ; le jury international présentait toutes les garanties de compétence et d'impartialité ; aussi les concurrents se présentèrent-ils en grand nombre : 231.

Le premier prix fut décerné à un projet de plan incliné présenté par cinq maisons de Bohême, concurrentement avec la maison Siemens et Halske de Berlin. Ce projet consiste essentiellement en un plan de 900 mètres de long, incliné de 40 millimètres par mètre, avec deux voies à crémaillères, sur chacune desquelles se meut un sas métallique pouvant porter un bateau. Chacun de ces sas est remorqué par un tracteur électrique et pèse, avec son eau et son bateau, environ 1 700 tonnes ; mais le travail fourni par les sas descendants est en grande partie récupéré. Coût du projet : 6 400 000 francs (4).

Le second prix a été décerné à un consortium d'ingénieurs allemands et autrichiens, pour un projet des plus remarquables par son audace et son ingéniosité (5).

Imaginez, tournant autour d'un axe horizontal, un immense cylindre de tôle de 52 mètres de diamètre et de 70 mètres de long, flottant dans l'eau d'un bassin en prolongement du bief inférieur, et portant, aux extrémités d'un même plan diamétral, deux cylindres de même longueur et de 12 mètres de diamètre, coïncidant, lorsque le plan de leurs axes est vertical, l'un avec le prolongement du bief d'amont et l'autre avec celui du bief d'aval, et constituant ainsi deux sas recevant chacun un bateau. Ces deux cylindres, munis des portes indispensables et de dispositifs y réduisant le jeu des bateaux pendant leur rotation, s'équilibrent, de sorte que les résistances à vaincre pour racheter, par la rotation du grand cylindre, la hauteur de 36 mètres, se bornent à celles de la rotation de ce cylindre dans l'eau du bief inférieur et de la manœuvre des portes. En fait, une machine de 70 chevaux, attaquant le grand cylindre par des transmissions à crémaillères, suffirait largement. La durée moyenne d'un échange de deux bateaux ne serait que d'une vingtaine de minutes, dont huit pour le demi-tour

(1) *Ingénieurs civils de France, Bulletin*, juillet et octobre 1883.

(2) *The Engineer*, 25 janvier 1889.

(3) *Engineering Record*, 29 avril 1899. A citer aussi les systèmes de Harrand, Duer et Seyrig (*Ingénieurs civils de France*, mai et octobre 1883). Le Chatelier (*Annales des Ponts et Chaussées*, 17 janvier 1883).

(4) Plans inclinés Z. *Oesterreichischen Ingenieur*, 17 et 24 juin 1898. Types de Gonin et Hue-Mazelet (*Génie civil*, 29 août 1891). Tentschert Crischek (*Z. O. Ingenieur*, 29 août 1902). Gordon-Cale à Foxton (*Engineering*, 25 janvier 1901). Fournier à Beauval (*La Nature*, 20 août 1892).

(5) *Z. O. Ingenieur*, 12 et 19 février 1904. *Revue industrielle*, 26 novembre et 21 décembre 1904. *Génie civil*, 6 janvier 1905. Brevet anglais 24 116 de 1902. Voir aussi les projets du concours pour la chute de 41 mètres, à Villegusien, au canal de la Marne à la Saône (*Nouvelles Annales de la Construction*, mai-octobre 1898).

exécuté par le grand cylindre. Le poids total du système est évalué à 6 250 tonnes, son prix à 6 750 000 francs et ses frais d'exploitation à 72 000 francs par an, pour une marche continue de jour et de nuit. C'est là une solution toute nouvelle, et qui semble des plus rationnelles.

Un seul des autres projets primés avait présenté un ascenseur hydraulique, dont les difficultés croissent très vite avec la hauteur de chute. Un ingénieur des ponts et chaussées français, M. Wilhelm, avait présenté un ingénieux projet d'écluse avec bassins d'épargne, qui a mérité une mention honorable. Dans ce projet, dont le prix ne s'élevait qu'à 4 500 000 francs, la durée d'une écluse complète ne dépasse pas vingt minutes, et ce, avec une dépense d'eau comparable à celle d'une écluse de 3^m,73 de chute.

On voit qu'il y a, dans ce concours et dans les projets auxquels il a donné naissance, des éléments d'études des plus intéressants pour tous ceux qui s'occupent de cette question si actuelle du développement de nos voies navigables.

La consommation du *plâtre*, à Paris, est des plus importantes : d'environ 400 000 tonnes par an, et, pourtant, sa fabrication est des plus rudimentaires, absolument empirique, par des procédés qui, avec une dépense considérable de combustible, donnent des produits très variables, dont la durée de prise notamment ne saurait se fixer d'avance, et ne se reconnaît guère qu'à l'essai de chaque échantillon. Un ingénieur chimiste, M. L. Périn, s'est proposé de remplacer les anciens fours à plâtre par des appareils étudiés de manière à réaliser une cuisson du gypse rationnelle et économique et à pouvoir obtenir sûrement, d'un gypse de degré d'hygrométrie donné, un plâtre également d'un degré donné, et dont on détermine ainsi d'avance la rapidité de prise.

A cet effet, le gypse est amené, par deux trémies, dans deux trummels ou fours tournants disposés de chaque côté d'un foyer à coke dont les gaz chauds traversent ces trummels, et, après sa cuisson, le plâtre tombe, par des autoclaves, dans des trémies d'où il est enlevé, après refroidissement, par des convoyeurs. La manipulation est des plus simples. L'économie de combustible provient de ce que le vent forcé par un ventilateur dans le foyer passe d'abord dans la trémie de déchargement des fours, dont il refroidit le plâtre en s'échauffant, puis de ce que les gaz chauds sortant des fours passent au travers de leurs trémies de chargement, dont ils réchauffent le gypse, de sorte que la chaleur de combustion du coke se trouve des mieux utilisées. En outre, l'intensité de cette combustion se règle exactement d'après l'humidité du gypse et celle du plâtre que l'on veut obtenir ; enfin, la rotation du four mettant tous les morceaux de leur charge successivement en contact du gaz dont la température est parfaitement réglée, on est assuré d'obtenir un plâtre de qualité absolument uniforme.

Chacun des fours tournants peut recevoir une charge de 3 000 kilogrammes de gypse ; ils font un demi-tour par minute. Avec une combustion de 40 kilogrammes de coke par heure, la durée d'une opération, pour du plâtre à 7,70 p. 100 d'eau, ne dépasse guère trois heures et demie, et donne, avec du gypse à 22,50 p. 100 d'eau totale, environ 2 550 kilogrammes de ce plâtre par trummel. Quant à la dépense de coke, elle ne serait, d'après le *Génie civil* du 31 décembre dernier, que de 27^k,5 au lieu des 170 kilogrammes dépensés avec les anciens appareils. Il s'agit donc bien, si la pratique confirme définitivement ces espérances, d'un progrès des plus remarquables dans la fabrication du plâtre.

Les appareils automatiques d'extinction d'incendies, connus sous le nom de *Sprinklers* ou arroseurs, sont des plus variés (1) et très employés aux États-Unis, où ils ont été l'objet d'études et d'expériences approfondies (2). Leur principe consiste à munir l'immeuble à protéger d'une canalisation d'eau sous pression pourvue de nombreuses bouches d'arrosage qui s'ouvrent d'elles-mêmes dès qu'il se déclare un feu dans leur voisinage; elles s'ouvrent soit parce qu'elles sont fermées par un plomb fusible, soit parce que leurs valves sont commandées par des circuits électriques à plombs fusibles. Ces appareils sont encore peu répandus en France, et ils peuvent, sans être absolument infaillibles, rendre de grands services. C'est à ce titre que je vous signalerai tout particulièrement l'un des plus connus, le *Witter*, dont M. Laduron vient de publier une description dans le dernier numéro de la *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*. Les valves des bouches de cet appareil sont retenues par des barrettes fusibles à 70°, dont la fusion permet à des ressorts d'ouvrir largement ces valves, et l'eau, projetée sur un disque, s'étale en une large zone tout autour de la bouche. La canalisation d'eau est alimentée soit par un grand réservoir de charge, soit par une pompe instantanément mise en marche rapide par la chute de pression même que détermine l'ouverture d'une bouche; cette même chute de pression fait partir un avertisseur électrique. En outre, une ingénieuse disposition permet, en temps de gelée, de vider la canalisation de son eau, remplacée par de l'air sous une légère pression, et qui, dès qu'il s'échappe par une des bouches, laisse immédiatement arriver l'eau. M. Laduron cite plusieurs applications de cet extincteur et des essais qui en démontrent l'efficacité.

Vous trouverez, dans ce même numéro de la *Revue universelle*, un intéressant mémoire de M. H. Schneider sur l'application, aux mines de Belgique, des *méthodes de remblayage par l'eau*, dont je vous ai entretenus dans notre séance du 24 novembre dernier, et qui conclut à l'opportunité de cet emploi dans bien des cas, non tant pour l'économie qu'en raison de la sécurité qu'il procure contre tout affaissement à la surface des exploitations.

Vous connaissez tous, par une expérience qui ne laisse aucun doute, la difficulté des *communications téléphoniques*, difficulté exagérée chez nous par la parcimonie du service de l'État, mais dont la principale cause est la nécessité d'employer des intermédiaires pour l'établissement de ces communications, et il est bien certain que la suppression de ces intermédiaires et leur remplacement par une commutation automatique effectuée par l'abonné lui-même pourrait seule donner une solution définitive de ce très difficile problème. Bien des systèmes ont été proposés et essayés, sans répondre aux espérances de leurs promoteurs. Mais, tout récemment, l'un d'eux, celui de M. Strowger, appliqué très en grand sur le réseau téléphonique de Chicago, vient, d'après l'*Engineering* du 6 janvier, de se manifester comme véritablement pratique et applicable aux exploitations les plus considérables. A Chicago, il dessert 10000 abonnés, et l'on s'apprête à lui en confier 100 000; c'est ce même chiffre que l'on prévoit pour l'installation de Los Angeles, où il ne dessert actuellement que 4000 abonnés. Je n'essayerai pas de vous décrire ce système, dont l'intelligence est

(1) *Revue industrielle* des 1^{er} et 15 février 1898.

(2) *Engineering*, 2 janvier 1885, 6 février. Rapport de M. Woodbury.

impossible sans le concours de nombreux dessins; je me bornerai à vous dire en quoi consiste la manœuvre excessivement simple que doit faire l'abonné pour se procurer une communication. Chez chacun des abonnés, se trouve une roue percée de trous numérotés de 0 à 10. Supposons qu'il s'agisse d'appeler le n° 864, par exemple. La roue étant automatiquement rappelée au zéro sur son toc d'arrêt, on passe le doigt dans le trou n° 8, et on tourne, dans le sens que permet ce toc, la roue jusqu'à ce que le doigt passé dans le trou soit arrêté par ce toc; on retire son doigt et la roue revient à sa position primitive; puis on fait la même opération pour les chiffres 6 et 4. On n'a plus alors qu'à presser le bouton de sonnerie pour que l'abonné vous réponde immédiatement s'il est libre; s'il n'est pas libre, une sonnerie particulière vous en avertit aussitôt. Au poste central, il suffit d'un employé par 1 000 abonnés. Il y a donc, à la fois, économie d'argent pour l'administration, de temps et d'ennuis de toute sorte pour l'abonné. Ce système fonctionne actuellement dans une trentaine de villes des États-Unis, de sorte qu'il semble véritablement sorti du domaine de la théorie pour entrer en grand dans celui de la pratique.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

MM. Lumière (Auguste et Louis), industriels à Lyon, présentés par *MM. Daveneau et Pector*.

Arnodin, ingénieur à Châteauneuf-sur-Loire, présenté par *MM. H. Le Chatelier et Résal*.

Bonvillain, ingénieur, 6, rue Blanche, à Paris, présenté par *MM. Bourdon et Richard*.

Hersent (Georges), ingénieur, 60, rue de Londres, présenté par *MM. Barbet et Richard*.

André (G.), ingénieur aux Clouteries mécaniques de Bissen, 35, rue de l'Arbalète, Paris, présenté par *MM. Carnot et Richard*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Sont lus et approuvés les rapports de *M. E. Bourdon*, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la *Machine à mouler* de *M. Bonvillain*;

M. E. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur une *nouvelle méthode d'essais mécaniques des métaux*, présentée par *M. Guillery*.

COMMUNICATION. — *M. Guillet* fait une communication sur *les alliages de cuivre*.

M. le Président remercie vivement *M. Guillet* de sa très intéressante communication, qui sera reproduite au *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel de l'Ouvrier mécanicien, par GEORGES FRANCHE
(n° 12507 de notre bibliothèque).

Ce manuel fait partie de la *Bibliothèque des Actualités industrielles*, publiée par la Librairie Bernard Tignol. Il comprend 8 parties, avec 872 figures dans le texte : Principes de mécanique générale. — Outils et machines-outils. — Forges et fonderies. — Engrenages et transmissions. — Boulons, rivets, chaudronnerie. — Machines à vapeur. — Moteurs à gaz. — Hydraulique.

La troisième partie insiste principalement sur tout ce qui a rapport à la trempe et au forgeage des aciers ordinaires et à métaux rares : on y trouvera également des renseignements sur la fonte malléable et les aciers au cubilot, dont l'emploi tend de plus en plus à se substituer aux simples métaux d'autrefois.

La quatrième partie donne des tracés détaillés et des calculs simplifiés, susceptibles de guider le choix du lecteur dans toutes les applications des engrenages, aussi bien pour les études dans les écoles professionnelles ou d'arts et métiers que pour les projets dans l'industrie, ou dans les travaux, pour les traceurs et maîtres-ouvriers.

La cinquième partie décrit les outils, appareils ou procédés en usage dans les ateliers pour charpentes ou pour chaudières, ainsi que les méthodes admises comme les meilleures dans la conduite de ces dernières.

L'ensemble de l'ouvrage se présente, en définitive, comme un cours professionnel, destiné à seconder parfois l'expérience personnelle du lecteur.

Découpage, matriçage, poinçonnage et emboutissage, par M. J. WOODWORTH (n° 12711 de notre bibliothèque). Traduit avec une annexe par M. G. RICHARD.

L'emploi des presses à matrices et à découper pour la production économique des pièces, grandes ou petites, en métaux de faible épaisseur, a merveilleusement progressé dans ces dernières années et remplacé, dans bien des cas, très avantageusement le travail des machines à percer, fraiser et limer, principalement pour la fabrication en séries nombreuses de pièces minces en fer ou en acier. Le livre de M. J. Woodworth a été écrit pour les praticiens par un praticien ; il donne la description détaillée d'un grand nombre d'outils de matriçage, d'emboutissage et de découpage, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués, dont le travail est véritablement merveilleux d'exactitude et de bon marché. Ces descriptions, en elles-mêmes des plus intéressantes, guideront les mécaniciens pour la construction d'outils analogues et les aideront ainsi dans l'art difficile de l'outillage des presses, dont l'emploi ne fera que s'étendre et se diversifier de plus en plus.

Annuaire pour l'an 1905, publié par le Bureau des longitudes.
Paris, Gauthier-Villars (Pér. 124).

On sait que l'*Annuaire du Bureau des longitudes* est une mine inépuisable de renseignements : sur les calendriers, sur les principaux phénomènes astronomiques observables en 1905, sur la Géographie et la Statistique, sur les Tables de mortalité, sur les Monnaies, sur les Poids et Mesures, sur la Météorologie. Les données physiques et chimiques sont renvoyées à l'année 1906, et paraîtront de deux ans en deux ans, à la place des données de Géographie et de Statistique.

Toutes les dates et heures sont exprimées en temps civil moyen, compté de 0 h. à 24 heures à partir de minuit.

La notice scientifique qui termine l'*Annuaire* fait suite à celle de l'an dernier : *Explication élémentaire des marées*, par M. P. Hatt.

Department of commerce and labor, Washington. Bulletin of the bureau of labor.
N° 54, sept., 1904 (Pér. 35).

Nous avons exposé, dans notre *Bulletin* de septembre, quels intéressants documents se trouvaient dans cette collection. Le n° 54, que nous recevons, et qui décrit *l'Exposition, à Saint-Louis, du bureau of labor*, peut être placé au premier rang. C'est un bulletin volumineux de 521 pages, avec 266 figures, cartes ou diagrammes.

Les données qu'il renferme se rapportent au Bureau of statistics of labor des États-Unis et à ceux des autres pays, aux grèves, aux salaires, au coût de la vie, aux habitations ouvrières, aux bains publics, aux écoles commerciales et techniques, à la législation du travail.

Je signale plus particulièrement les plans de maisons ouvrières avec photographies à l'appui.

Je donnerai quelques détails sur l'Enseignement industriel. Les 8^e et 17^e rapports annuels (1892 et 1902) du Bureau of labor ont été consacrés à l'exposé de ce qui avait été fait, non seulement aux États-Unis, mais encore dans les autres pays, et l'enquête ouverte à cette occasion l'avait été par un acte même du Congress. Les premières écoles industrielles, aux États-Unis, furent les instituts de technologie, simples écoles primaires de sciences et d'arts à leur début. La plus ancienne, le Rensselaer polytechnic Institute, a été fondée dès 1824, mais leur véritable essor correspond à la période qui suivit la guerre civile dite de sécession. Le Massachusetts Institute of technology date de 1865, le Worcester Polytechnic Institute de 1868, la Lehigh University de 1866, le Stevens Institute of technology de 1871. Les subventions du gouvernement général donnèrent une impulsion considérable aux écoles agricoles ; l'acte du 2 mars 1887 allouait 15 000 dollars par an (plus tard 20 000 dollars) à chaque État pour l'établissement ou le soutien de stations expérimentales rattachées aux écoles d'agriculture. Ces écoles ont pris un grand développement et se sont adjoint des cours industriels. C'est ainsi que le Clemson College, S. C., s'est adjoint une section des textiles en 1898 ; le même fait s'est produit en 1899, au North Carolina College of agriculture and mechanical arts et en 1900 au Mississippi agricultural and mechanical College.

Jusqu'en 1870, les cours industriels des instituts de technologie et des écoles d'agriculture et de mécanique étaient les seuls existants. A cette date, l'enseignement du dessin industriel fut introduit dans les écoles du Massachusetts, et se généralisa rapidement. En même temps, l'enseignement manuel se répandit dans toutes les écoles. Les premières écoles spéciales de dessin furent la Lowell School of practical design, 1872; la Philadelphia School of industrial art, 1877; la Rhode Island School of design, à Providence, 1878. La Philadelphia school donna naissance, en 1884, à une école de textiles, Philadelphia textile school, qui est l'une des premières écoles commerciales et qui est restée l'une des meilleures. Sa création est due à l'esprit d'initiative des industriels de Philadelphie, mais l'État de Pennsylvanie la subventionne généreusement. Son succès a été tel (931 élèves en 1901), que des écoles analogues se sont fondées à Lowell, 1897 80 élèves, Lawrence 1901, New Bedford 1899 et Fall River 1900, dans le Massachusetts, à Atlanta dans la Géorgie, à Raleigh N. C. et à Clemson College, S. C.

Dans le domaine de l'enseignement des constructions et des arts mécaniques, la première école commerciale a été la New-York trade school 1881; elle a eu, en 1901, 1 223 élèves pour les classes du jour et 448 pour celles du soir. Beaucoup d'écoles se sont adjoint des cours similaires. La Williamson free school of mechanical trades, 1891, à Philadelphie, les écoles analogues de San Francisco ont eu dès leur début un grand succès.

Le Pratt Institute, fondé à Brooklyn en 1887 par Charles Pratt, a eu, en 1901, 1 502 élèves, dont 864 pour les cours du jour et 638 pour ceux du soir. La California school of mechanical arts, à San Francisco, fondée en 1895 par James Lick, qui lui donna 540 000 dollars, a eu, en 1902, 372 élèves. La Wilmerding school of industrial arts a été créée également à San Francisco, en 1899, avec une donation de 400 000 dollars.

Toutes ces écoles ont un caractère pratique très développé. Si nous considérons, par exemple, le Pratt Institute, nous y trouvons trois départements : Beaux-Arts, Arts domestiques, Science et Technologie; ces départements comportent des cours d'électricité appliquée, de dessin, de machines, de résistance des matériaux, de charpente, de peinture, de bijouterie, de couture, de modes, etc., avec travaux manuels dans les laboratoires ou les ateliers.

J. G.

LIVRES ET OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JANVIER 1905

German educational exhibition. World's fair Saint-Louis, 1904. **Chemistry**. 220-143, 144 pages, 1 plan. Berlin, W. Büxenstein, 1904. **12 713**

RINGELMANN. — **Les machines agricoles. Culture, ensemencement**, 4^e éd. 133-95, 160 pages, 96 figures. Paris, Hachette et C^{ie}, 1904. **12 714**

LEMOINE (J.) et VINCENT (G.). — **Cours élémentaire de physique**. Pesanteur, équilibre des liquides et des gaz, chaleur. (Second cycle, classe de seconde.) 160-110, viii-408 pages, 324 figures. Paris, Belin frères, 1905. **12 715**

IGEVSKY BASIL. — **Les accrochages des hauts fourneaux** (texte russe). 1, II et III parties, 250-170, 16, 22, 28 pages. Karkow, 1903-1904. **12 716**

CALMELS (H.) et CLERC (L.-P.). — **Les procédés au collodion humide**. 213-140, 48 pages, 23 figures. Paris, le journal *Le Procédé*, 1905. **12 717**

Journal des Papetiers, 1904 (don de M. Édouard Simon). *Revue de la Chapellerie*, 1904 (don de M. Edouard Simon). Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, direction des Beaux-Arts. *Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des Départements*. 1904. 28^e session. 253-163, 841 pages, 61 gravures. Paris, Plon-Nourrit et C^{ie}. 1904. **Pér. 4**

Comité de conservation des monuments de l'art arabe. Exercice 1903. Fascicule vingtième. Le Caire, 1903. **Pér. 52**

Smithsonian Institution. Annual report, 1903 235-143, Lxi-876 pages, figures. Washington city, 1904.

Smithsonian miscellaneous collections (n° 1477). **Researches in helminthology and parasitology**, by JOSEPH LEIDY, with a bibliography.

Smithsonian miscellaneous collections (n° 1440). **A select bibliography of chemistry**, 1492-1902, by H.-C. BOLTON. Second supplément, 462 pages. City of Washington, 1904. **Pér. 27**

RAZOUS PAUL. — **Les déchets industriels**. Récupération, utilisation. 250-163, 379 pages, 101 figures. Paris, V^ee Ch. Dunod, 1905. **12 718**

Stérilisation en grand des liquides industriels et agricoles par les actions combinées des hautes pressions et de la chaleur. Procédé E. W. Kuhn. 240-130. Exportation des jus de pommes... 54 pages, figures. **12 719**

ROLET (A.). — **L'industrie laitière**. Sous-produits et résidus (Bibliothèque des Connaissances utiles). 180-110, 393 pages, 162 figures. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1905. **12 720**

MAILLET (EDMOND). — **Essais d'hydraulique souterraine et fluviale**. 253-163, vi-218 pages, tableaux, 43 pages. Paris, A. Hermann, 1905. **12 721**

Catalogue-Dictionnaire de la bibliothèque de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. 213-140. 168 pages. Paris, Chaix, 1902. **12 710**

MARTENS (A.). — **Traité des essais des matériaux** destinés à la construction des machines. Méthodes, machines, instruments de mesure. Traduit de l'allemand avec notes et annexes, par Pierre Breuil (Encyclopédie Lechalas). 253-165, 671 pages, 314 figures et 44 figures. Atlas, 31 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1904. **12 722, 12 723**

OCAGNE (MAURICE D'). — **Le calcul simplifié** par les procédés mécaniques et graphiques. 2^e éd., 220-133, VIII-228 pages, 66-4-3 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1903. **12 725**

The Light Railway and Tramway Journal, 1904, vol. 10 et 11 (don de M. Ed. Lavalard, membre du Conseil). **Pér. 283**

Street Railway Journal, 1904, vol. XXIII et XXIV (don de M. Ed. Lavalard, membre du Conseil). **Pér. 280**

SIMON (ÉDOUARD). — Le bien-être ouvrier aux États-Unis (*ex Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*). Paris, 1903 (don de M. Édouard Simon, membre du bureau).

Bulletin de la Société du VI^e arrondissement de Paris. Nos 1 et 2.

BOUCHEROT (P.). — La variation cinétique de tension dans les machines dynamo-électriques génératrices (*ex La Revue électrique*).

Smithsonian contributions to Knowledge, n° 1459. On the construction of a silvered glass telescope, fifteen and a half inches in aperture, and its use in celestial photography, by HENRY DRAPER. Washington, 1904. **Pér. 40**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Novembre au 15 Décembre 1904

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colo-
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	rantes.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Phy-	<i>N.</i> . . . Nature (anglais).
sique.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille écon. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
Industry (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rs.</i> . . . Revue scientifique.
Sciences.	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	la métallurgie.
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électri-
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	ciens (Bulletin).
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle
(Philadelphie).	de Mulhouse.
<i>Ge.</i> . . . Génie civil.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Gm.</i> . . . Revue du Génie militaire.	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	France (Bulletin).
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
letin).	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher
<i>Im.</i> . . . Industrie minière de St-Étienne.	Ingenieure.
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Iob.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>Ln.</i> . . . La Nature.	Ingenieure und Architekten-
<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.	Vereins.

Tome 107. — Janvier 1905.

13

AGRICULTURE

- Agriculture coloniale* (L'). *Ag.* 7 *Janv.*, 27.
- Acaines*. Essais à Grignon. *Ag.* 10-31 *Déc.*, 972, 1050.
- Nouvelle variété (*id.*), 1056.
 - (Culture de l'). *Ap.* 12 *Janv.*, 44.
 - Accroissement du poids des matières minérales en fonction de l'âge (Stefanowska), *CR.* 2 *Janv.*, 58.
- Bétail**. Alimentation. Marcs de raisin. *Ap.* 15 *Déc.*, 766.
- Tourteaux. *Ap.* 15 *Janv.*, 38. — de farine. *Ag.* 24 *Déc.*, 1027.
 - Rapport nutritif et ses variations. *Ap.* 22 *Déc.*, 794.
 - Peste bovine en Égypte. *S.N.A.* *Nov.*, 791.
 - (Hygiène du). *Ap.* 22 *Déc.*, 800.
 - Southdowns de la Manderic. *Ap.* 5 *Janv.*, 16.
- Betterave à sucre* (Avenir de la). *Ag.* 7 *Janv.*, 12.
- Blé*. Récolte aux États-Unis en 1904. *Ap.* 5 *Janv.*, 8.
- Cidre* française (Les chapeaux dans la). *Ap.* 5 *Janv.*, 9.
- Cheval de trait* dans l'Eure. *Ap.* 22 *Déc.*, 796.
- Hémoglobinurie du cheval. *E.* 29 *Déc.*, 827.
- Confitures*. Industrie agricole. *Ag.* 14 *Janv.*, 58.
- Engrais**. Nitrate de soude et cultures du printemps. *Ap.* 15 *Déc.*, 762. — et jardinage. *Ag.* 10 *Déc.*, 976. — et nitrification des matières organiques. *Ap.* 22 *Déc.*, 793.
- Distributeur pour petite culture. *Ap.* 15 *Déc.*, 768.
 - Nitrification de l'ammoniac du sol. *Ap.* 29 *Déc.*, 824.
 - Sécheresse de 1904 et les engrais. Expériences. *Ap.* 29 *Déc.*, 825.
 - Espèces minérales de la terre arable (Delage et Legatu). *CR.* 26 *Déc.*, 1233.
- Fanage* et râtelage combinés. *Ag.* 24 *Déc.*, 1022.
- Amélioration des foins par les engrais chimiques (Grandeau). *S.N.A.* *Nov.*, 778.
- Orobanches* en Tunisie. *Ap.* 5 *Janv.*, 11.
- Pommes de terre* nouvelles pour terrains humides (Labergerie). *CR.* 12 *Déc.*, 1044.

- Pommes de terre* (Température de conservation des). *Ap.* 17 *Déc.*, 763.
- Prairies* (Fumure des). *Ag.* 31 *Déc.*, 1060.
- Semences*. Graines dures. Machine pour en obtenir une germination régulière. *Ag.* 17 *Déc.*, 977.
- Les semis. *Ap.* 22 *Déc.*, 800.
- Terre arable* (Constitution de la). (Delage et Legatu). *CR.* 12 *Déc.*, 1043.
- Sorgho* à balais. Culture dans le Midi. *Ap.* 12 *Janv.*, 42.
- Vignes**. Suppression du labourage. *Ap.* 29 *Déc.*, 829.
- Destruction de l'œuf d'hiver du phylloxéra par le lysol (Cantin). *CR.* 26 *Déc.*, 1232.
 - Traitements généraux des vins. *Ap.* 5 *Janv.*, 20.
 - Culture superficielle. *Ag.* 7 *Janv.*, 18.
 - Vins et cidres en 1904 (France et Algérie). *SL.* *Déc.*, 60.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** de Victoria. *E.* 16 *Déc.*, 827.
- Métropolitain de New-York. *Gc.* 24-31 *Déc.*, 113, 129.
 - de l'Inde. *Rgc.* *Janv.*, 43.
 - Suisses en 1902 (*id.*), 35.
 - Transpyrénéens. *Rgc.* *Janv.*, 59.
 - *Électriques* (Les). *E'*. 16 *Déc.*, 600.
 - et à vapeur (White). *Rc.* 15 *Janv.*, 19.
 - (Accidents sur les). *E.* 16 *Déc.*, 828.
 - de Veveysans. *EE.* 24 *Déc.*, 494.
 - de Modling-Hinterbrühl. *ZOI.* 16-23 *Déc.*, 710, 725.
 - d'Elberfeld. *Es'*. 14 *Janv.*, 30.
 - Métropolitain de Londres. *E'*. 16 *Déc.*, 591. 14 *Janv.*, 38. *Ac.* *Janv.*, 1. — de Paris. *VDI.* 17, 24, 31 *Déc.*, 1916, 1937, 1992.
 - Amsterdam-Harlem. *E.* 6 *Janv.*, 5.
 - Ligne d'Orsay. *Ré.* 15 *Janv.*, 5. — Résultats d'exploitation. *Gc.* 7 *Janv.*, 155.
 - Locomotive du New York Central. *A.Ma.* 17 *Déc.*, 1597.
 - Courants continus et alternatifs (Neethammer). *Re.* 30 *Déc.*, 362.
- Automotrices* du Midland et du North Eastern. *Rt.* 10 *Déc.*, 1229.
- Éclairage électrique* des trains. *EE.* 17 *Déc.*, 445.

Locomotives à l'Exposition de St-Louis.

- E.* 16 Déc., 811; *IC. Nov.*, 649; *UDI.* 14 Janv., 32.
- Installation d'essai du Pennsylvania. *AMa.* 31 Déc., 1661.
 - de banlieue. *UDI.* 31 Déc., 1977.
 - américaines et anglaises (Exportation des). *E.* 16 Déc., 587.
 - tenders (Déraillements des). *E.* 23 Déc., 624; 6 Janv., 12. — Tender de la Ceinture. *Ri.* 24 Déc., 514.
 - compound 4 cylindres, Paris-Orléans. *E.* 16 Déc., 595.
 - articulée Mallet du Baltimore Ohio. *Ge.* 14 Janv., 168.
 - express 6 couplées du Great Central. *E.* 30 Déc., 889.
 - Consolidation Baltimore Ohio. *E.* 16 Déc., 811.
 - Marche sur le London and North Western. *E.* 23 Déc., 611.
 - à pétrole Wolseley pour voies de 0^m80. *E.* 14 Janv., 44.
 - Échappement à papillon Saillot et Bérrier. *Ban.* Déc., 1132.
 - Explosion de la gare St-Lazare. *Ge.* 17 Déc., 401.
 - Réchauffage de l'eau d'alimentation des locomotives aux États-Unis. *Rge.* Janv., 71.
 - Surchauffeur Schmidt. État Belge. *E.* 23 Déc., 858.
- Signaux.** Éclairage électrique des signaux. *Re.* 15 Janv., 24.
- Block System sur les lignes américaines (Siegler). *AM. Oct.*, 333.
 - et aiguillages électriques (Jacques). *Re.* 30 Déc., 333.
- Voie.** Serre-coin automatique Dorpmüller, pour arrêter le cheminement des rails. *Ac.* Déc., 178.
- Voiture** à couloir du Camberian. *Ry.* *E.* 16 Déc., 819.
- Wagon** de 40 tonnes Turner du London and South Western. *E.* 23 Déc., 628.

TRANSPORTS DIVERS**Automobiles** en 1904. *Dp.* 17 Déc., 803.

- Commerce extérieur de 1898 à 1903. *Ge.* 17 Déc., 107.
- Tendances nouvelles. *Va.* 17 Déc., 180.

Automobiles. Poids lourds. Règlement an-

- lais pour 1904. *E.* 6 Janv., 8
- à pétrole. Rochet-Schneider. *Va.* 17 Déc., 810.
- Renault (*id.*), 812.
- Mors. *Va.* 31 Déc., 836.
- Delaunay-Belleville. *Va.* 7 Janv., 1.
- de la Buire. *Va.* 14 Janv., 20.
- électriques (Les) (de Valbreuve). *EE.* 14 Janv., 45. — Roue-moteur de l'Electromotion. *Va.* 31 Déc., 842.
- Changement de vitesse. *Ri.* 17 Déc., 505.
- Châssis à 3 essieux Lindecker. *Ge.* 31 Déc., 133.
- Embrayage de Dion. *Rt.* 7 Janv., 4.
- Pneumatiques. Vulcanisation à la cas-serole. *Va.* 24 Déc., 828.
- Antidérapant Souplefort. *Va.* 7 Janv., 13.
- Roue élastique Empire. *E.* 16 Déc., 833.
- métalliques. *Va.* 31 Déc., 844.

Tramways.

- Électriques d'Anvers. *Ge.* 17 Déc., 97.
- de Neuchâtel. *EE.* 31 Déc., 529.
- de Gérardmer-le Honeck. *Rge.* Janv., 1.
- de Vienne. *Ge.* 7 Janv., 152.
- 3^e rail du pont de Brooklyn. *EE.* 17 Déc., 468.
- Économie de courant dans les exploi-tations de tramways, *EE.* 17 Déc., 477.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acétylène (Éclairage à l') en France. *E.* 6 Janv., 21.

Acide nitrique. Action des métaux (Divers).

- *Cs.* 31 Déc., 1182.
- hydronitrique et les trinitrides or-ganiques (Dennes et Brown). *CX.* 23-30 Déc., 311, 321.
- sulfurique. Théorie des chambres de plomb (Divers). *Cs.* 31 Déc., 1178.
- chlorhydrique et permanganate de po-tasse en présence du chlorure de fer (Brown). *American Journal of Science.* Janv., 31.

Alcool et acide carbonique, production simul-tanée au cours de la fermentation (Lindet et Massais). *CR.* 26 Déc., 1223.

- Alcools.** Réactions colorées propres aux alcools (Guérin). *Pc.* 1^{er} Janv., 14.
- Acoustique.** Les instruments à vent (Blackley). *SA.* 30 Déc., 133. 13 Janv., 179.
- Air liquide.** Applications. *E'*. 23 Déc., 612.
- Azote.** Appareil Henrich pour son extraction automatique des mélanges gazeux. *Cs.* 15 Déc., 1146.
- Brasserie.** Divers. *Cs.* 15-31 Déc., 1154, 1229.
- Baryum.** Préparation (Guntz). *ACP.* Janv., 5.
- Borates de soude.** Caractères physiques, points de fusion, détermination rapide (Hutchens et Holt). *RsL.* 10 Déc., 285.
- Chauffage.** Régulateurs de température (Sodeau). *Cs.* 15 Déc., 1134.
- Chaux et ciments.** Constitution physico-chimique (Lemaire). *Le Ciment.* Déc., 181.
- Divers. *Cs.* 31 Déc., 1217.
- Chrome.** Sulfate vert de sesquioxyde (Colson). *CR.* 2 Janv., 42.
- Chromate de baryum et d'argent, emploi dans la détermination des chlorures (Lancelot et Andrews). *CN.* 6 Janv., 3.
- Calorimètre pour gaz** Simmance. *E.* 14 Janv., 66.
- Carbonates alcalins et alcalino-terreux,** décomposition par les chlorures alcalins en présence de l'eau (Cantoni et Goguéla). *ScP.* 5 Janv., 13.
- Céramique.** Fusion des matériaux réfractaires (Dennes). *Cs.* 15 Déc., 1132.
- Divers. *Cs.* 31 Déc., 1216.
- Colloïdes.** État actuel de nos connaissances (Mayer). *Rgds.* 15-30 Déc., 1070, 1129.
- Colles et leur essai** (Watson). *Cs.* 31 Déc., 1189.
- Chimie minérale de 1902 à 1905** (Granger). *RCp.* 8 Janv., 1.
- Désinfection** par l'acide sulfureux, désagrégation des tissus, moyen d'y remédier (Barillé). *Pc.* 16 Déc., 531.
- Eau oxygénée à l'état naissant,** activité bactéricide (Bonjean). *CR.* 2 Janv., 50.
- Action sur les anhydrides, formation d'acides organiques et de peroxydes (Clover et Houghton). *CN.* 13 Janv., 19.
- Eaux potables.** Destruction des algues (Imbeaux). *APC.* 1904, n° 31.
- Essences et parfums.** *Cs.* 15-31 Déc., 1159, 1235.
- Industrie des parfums (Jeaucard et Sattie). *Rt.* 10 Déc., 1245.
- Huiles essentielles et chimie des terpènes (Gerber). *Ms.* Janv., 5.
- Explosifs.** Détonation sous l'eau (Jacob). *CR.* 12 Déc., 1025.
- à base de nitroglycérine, (Congélation des) (Nauckhauff). *ZaC.* 6-13 Janv., 11, 53.
- Égouts** (Question des). *E.* 30 Déc., 897.
- Purification Lassen. *E'*. 14 Janv., 50.
- Emploi des destructeurs d'ordures dans les stations électriques. *E.* 14 Janv., 56.
- Farines.** Action exercée par différents agents physiques et chimiques sur leur gluten : dosage du gluten (Fleurent). *ScP.* 5 Janv., 81.
- Galvanisation au gris de zinc.** *Gc.* 24 Déc., 124.
- Gaz d'éclairage.** Fours de l'usine de Nanterre. *Ri.* 17 Déc., 502.
- Gazogènes.** Réactions thermiques (Lurmann). *Ms.* Janv., 34.
- Huiles végétales,** extraction chimique Kørder. *Rt.* 10 Déc., 1249.
- de coton, réaction colorée (Halphen). *ScP.* 5 Janv., 108.
- Indium et rubidium.** Fluorures (Chabrie et Bouchonnet). *CR.* 9 Janv., 90.
- Laboratoires.** Dosage du phosphore dans les minerais de fer (Rouland et Davies). *Cs.* 31 Déc., 1186.
- du soufre total dans le fer par évolution (Knight). *CN.* 30 Déc., 326.
- de l'acide phosphorique dans les matières alimentaires (Fleurent). *ScP.* 5 Janv., 101.
- calorimétrique de l'eau oxygénée (Planès). *Pc.* 16 Déc., 538.
- du chrome dans l'acier (Ibotson et Howden). *CN.* 30 Déc., 320.
- de l'acide carbonique de l'atmosphère (Woodmann). *Technology Quarterly.* Sept. 238.
- de l'acide chloreux (Hendrikson). *CN.* 30 Déc., 325.
- de l'oxyde de carbone dans les atmosphères combinées (Lévy et Pécou). *CR.* 9 Janv., 98.

Laboratoires. Analyses du groupe du tungstène (Noys). *Technology Quarterly*. Sept. 214.

— des eaux, dureté des (Kendall, Richard et Walker) (*id.*), 277, 281.

— des denrées alimentaires, méthodes officielles aux États-Unis. *RCp.* 23 Déc., 469.

— électrolytique du nickel et du cobalt (Perker et Prebble). *CN.* 23 Déc., 307.

— des minerais de plomb (Muller). *ScP.* 20 Déc., 1300-1303.

— Chauffeur électrique pour laboratoire Trotmann et Hackford. *Cs.* 15 Déc., 1137.

— Divers. *Cs.* 15-31 Déc., 1161, 1239.

Laque. Fabrication au Japon (Marre). *RCp.* 23 Déc., 437.

Levures antiseptiques (Acclimatation des) (Effront). *Ms. Janv.*, 19.

Linoléum (Examen des) (Ingle). *Cs.* 31 Déc., 1197.

Optique. Indice de réfraction des éléments (Cuthbertson). *RSL.* 10 Déc., 283.

— Franges produites par deux miroirs perpendiculaires entre eux (Lippmann). *CR.* 2 Janv., 21.

— Raies du silicium (Lockyer). *RSL.* 10 Déc., 296.

— Bandes négatives de l'air, variation du spectre avec la pression (Deslandes). *CR.* 26 Déc., 1174.

— Adaptation rétinienne à la vision des couleurs faibles (Polack). *CR.* 26 Déc., 1207.

Or. Solubilité dans certains oxydants (Lenher). *CN.* 13 Janv., 18.

Ordures ménagères. Brûleur portatif, Meldrum. *E.* 23 Déc., 836.

Oxygène quadrivalent (Blaise). *CR.* 26 Déc., 1211.

Phosphorescence de certains sulfures. Action des très basses températures (Roux). *CR.*, 9 Janv., 84.

Papier. Défibreur Voich. *Gc.* 17 Déc., 108.

Photographie. Divers. *Rt.* 10 Déc., 1263, 1280. — Divers. *Cs.* 15-31 Déc., 1138, 1233.

Plâtre. Fours Périn. *Gc.* 31 Déc., 136.

Précision des réactions. Règles thermo-chimiques (Berthelot). *CR.* 12 Déc., 1005.

Poids atomiques. Rapport du Comité international. *ScP.* 3 Janv., 1.

Radio-activité (La) Becquerel. *EE.* 24 Déc., 481. — Végétale (*id.*). *CR.* 2 Janv., 54.

— Rayons N. et Enregistrement photographique (Weiss et Bull). *CR.* 12 Déc., 1028.

— Luminoscope Webster. *Cs.* 31 Déc., 1183.

Résines et vernis. *Cs.* 15-31 Déc., 1153, 1226.

Rouille. Influences actives et paralysantes de certains corps (Lindet). *ScP.* 5 Janv., 36.

Soufre. Combustion dans la bombe calorimétrique (Giran). *CR.* 26 Déc., 1219.

Sucre. Fabrication par l'électricité Schwerin. *Rt.* 24 Déc., 516.

Tannerie. Divers. *Cs.* 15 Déc., 1154.

— Association internationale des chimistes de l'industrie du cuir. VII^e Congrès. *RCp.* 25 Déc., 463.

— Méthode d'analyse des tannins. Leur influence sur la fabrication du cuir (Mardrek). *Cs.* 31 Déc., 1187.

Teinture. Divers. *Cs.* 15-31 Déc., 1142, 1143, 1207, 1211.

— Nouvelles couleurs. *MC.* 1^{er} Janv., 7.

— Fonctions mercaptan dans les couleurs sulfurées (Vidal). *Ms. Janv.*, 25.

— Fermentation de la plante à indigo (Bergtheil). *Ms. Janv.*, 54.

— Formation des hydrosulfites (Prudhomme). *MC.* 1^{er} Janv., 1.

— Applications des nouveaux réducteurs à l'hyposulfate (Sausson) (*id.*), 4.

— Teinture en ombré des tissus et chaînes Hannart (*id.*), 2.

Thermométrie. Mesure des hautes températures (Grag). *Cs.* 31 Déc., 1192.

Terres rares. Emploi technique (Waegner). *Rt.* 10 Déc., 1247.

— (Classification des) (Lacombe et Urbain). *CN.* 30 Déc., 319.

COMMERCE ET ÉCONOMIE POLITIQUE

Angleterre. Année financière 1903-1904. *SL.* Déc., 631.

Brevets (Lois des) (Abel) *SA.* 16 Déc., 82.

— Loi anglaise nouvelle. *E.* 23 Déc., 861.

- Charbons* dans le monde. États-Unis. *Ef.* 7 Janv., 9.
 — dans l'Inde. *E.* 14 Janv., 53.
Chômage. Remèdes proposés. *Ef.* 7 Janv., 7.
Coton. Industrie cotonnière à Montbéliard (Sahler). *ScM.* Sept., 311.
 — coloniaux (Reber) (*id.*), 324.
 — dans l'Afrique occidentale française. *Ef.* 7 Janv., 11.
États-Unis (Sidérurgie des) et le tarif. *G.* 16 Déc., 826.
 — Deux mois aux États-Unis (Blondel). *Rso.* 1^{er} Janv., 69.
 — Bien-être ouvrier aux États-Unis (Simon). *IC.* Nov., 642.
France. Le Code civil. *Rso.* 16 Déc., 869.
 — Droits sur les alcools et consommation par habitant. *SL.* Déc., 592.
 — Impôt sur le revenu. *Ef.* 17 Déc., 861.
 — Commerce extérieur. *SL.* Déc., 590.
 — Gaz et électricité. Régime à Paris. *Ef.* 24 Déc., 897.
 — Dette publique. *Ef.* 31 Déc., 933; 7, 14 Janv., 1, 37.
 — Emprunts en cours de la Ville de Paris. *Ef.* 31 Déc., 939.
 — Évolution des mœurs et des institutions en Champagne (Babeau). *Rso.* 1^{er} Janv., 44.
 — Systèmes fiscaux et impôts indirects. *Ef.* 14 Janv., 39.
 — Survivances dans les provinces françaises (L. Marin). *Rso.* 16 Janv., 141.
 — Revenus de l'État. *SL.* Déc., 583.
Grèges (Assurances contre les). *Ef.* 17 Déc., 867.
 — agricoles dans le midi de la France. Résultats (Augé Laribé). *Musée Social.* Déc.
Hongrie (Progrès des classes rurales en) (de Maylah). *Rso.* 16 Janv., 168.
Habitations. Loi prussienne. *Ef.* 31 Déc., 942.
Inde. Le Burma (Crosstwaite). *SA.* 16 Janv., 153.
 — Commerce extérieur de 1901 à 1904. *SL.* Déc., 668.
Maisons ouvrières à Colmar (Stæcklin). *SiM.* Août, 271.
Mexique au début du xx^e siècle. *Ef.* 24, 31 Déc., 901, 937; 7 Janv., 3.
Postes allemandes. *Ef.* 17 Déc., 864.
Russie. Foire de Nigni en 1904. *Ef.* 24 Déc., 905.
Sucre. Fabriques et procédés de fabrication en 1903-1904. *SL.* Déc., 597.
Systèmes fiscaux et impôts indirects. *Ef.* 7 Janv., 3.
Trade-Unions et les chômages. *E.* 6 Janv., 20.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Architecture des rues* (Jackson). *SA.* Déc., 107.
Arroseuse électrique de la ville de Cologne. *Gc.* 7 Janv., 145.
Chauffage par l'eau chaude et la vapeur combinées Joya. *Gc.* 7 Janv., 156.
Incendies. Services continentaux. *E.* 14 Janv., 41.
Magasins à grains. Pression dans les silos. *E.* 6 Janv., 1.
Ponts (Anatomie des). *E.* 23 Déc. 844.
 — (Calcul des) (Balleki et Brunner). *ZOI.* 9 et 16 Déc., 696 et 715; (Schirter). (*id.*) 6 Janv., 2.
 — sur le Rhin à Rurhort et Homberg. *VDI.* 24 Déc., 1951.
 — Transporteur de Nantes. *E.* 13 Janv., 41.
Rivières. Travaux de protection du Sutly, aux abords du pont Kaiser. 1 Hind. *Gc.*, 17 Déc., 101.
Tunnels en terrains aquifères. Flexions des parois (Berault). *Gc.* 24 Déc., 121.
Ventilation et chauffage des nouvelles casernes à l'épreuve. *Gm.* Nov., 379.

ÉLECTRICITÉ

- Accumulateurs** Hamilton, Lyons et Broadwell, Porter. *EE.* 24 Déc., 517.
 — Bouchons Muller. *Pm.* Janv., 16.
Auto-transformateurs. Théorie (Slova). *EE.* 14 Janv., 56.
Courants de Foucault et applications (Picou). *Ie.* 10 Janv., 5.
Câbles. (Échauffement des) Théorie (Terschmuller). *Re.* 15 Janv., 14.
 — à haute tension (Isolants des). *Ie.* 10, 25 Déc., 581, 597; *Re.*, 30 Déc., 359.
 — Dispositif de sécurité contre la rupture des lignes à hautes tensions. *Ie.* 10 Janv., 15.

- Conductibilité** des diélectriques. Mesure par les gaz ionisés (Nordmann). *CR.* 2 *Janv.*, 38.
- d'une dissolution iodée. Mécanisme de la conduction (Bousfield et Martin). *RsL.* 17 *Nov.*, 280.
- Distribution.** Régime futur de Paris. *Ie.* 10 *Déc.*, 363; 10 *Janv.*, 9.
- Contacts imparfaits (Étude des) (Fish). *EE.* 31 *Déc.*, 521.
- Tension économique des conducteurs souterrains à haut potentiel (Albaret). *EE.* 7 *Janv.*, 28.
- Distance disruptive dans l'air.** *Ie.* 10 *Janv.*, 15.
- Dynamos** Allis et Chalmers. *E.* 16 *Déc.*, 807.
- Compoundage électro-magnétique des groupes électrogènes (De Kermond). *Élé.* 24 *Déc.*, 401.
- Dispersion et courant magnétisant dans les moteurs triphasés. Calcul (Benischke). *EE.* 17 *Déc.*, 460.
- Pertes dans les dynamos à courant continu (Jona). *Ie.* 23 *Déc.*, 595.
- Déformations des courbes de tension des moteurs alternatifs (Wangemann). *EE.* 24 *Déc.*, 500.
- Moteurs à répulsion (Champ tournant des) (Blondel). *EE.* 14 *Janv.*, 41.
- — Winter Eichberg (*id.*) 61.
- — Asynchrones (Théorie) (Muller). *EE.* 24 *Déc.*, 503.
- — à collecteurs. Commutation au démarrage (Latour). *EE.* 7 *Janv.*, 5.
- — pour courants alternatifs simples. Siegéro Sugiyama. *EE.* 31 *Déc.*, 536.
- — sérié-alternatif considéré comme bobine de self-induction (Weischel). *EE.* 7 *Janv.*, 24.
- — Mise en train. *Élé.* 14 *Janv.*, 17.
- Éclairage** de Dublin. *E.* 30 *Déc.*, 890.
- Électro-chimie.** Divers. *Cs.* 13 *Déc.*, 1151; 31 *Déc.*, 1223.
- Peroxydation électrolytique du plomb métallique (Peters). *Re.* 30 *Déc.*, 368.
- Préparation électrolytique des bains de blanchiment. *SiM.* *Sept.*, 327.
- Progrès récents. Blount. *Élé.* 7, 14 *Janv.*, 9, 24.
- Récupération électrolytique de l'étain (Gelstarp). *CN.* 6 *Janv.*, 1.
- Électro-chimie.** Électrolyse des chlorures alcalins additionnés de fluorures (Fouster et Muller). *Rs.* 13 *Janv.*, 25.
- Dispositif Tandin-Chabot permettant d'augmenter la sensibilité sans accroître ni les dimensions ni les pertes de lumière. *Re.* 13 *Janv.*, 26.
- Mesures** (Appareils de) à lecture directe. *Élé.* 17, 24, 31 *Déc.*, 391, 409, 421; 7, 14 *Janv.*, 4, 20.
- des courants alternatifs de grande et petite intensité (Duddell). *Re.* 30 *Déc.*, 371.
- Laboratoire d'étalonnage Hartmann et Braun. *Élé.* 24 *Déc.*, 407.
- Essais électro-magnétiques du fer en Amérique. *Re.* 13 *Janv.*, 26.
- Les compteurs (Trouilhet). *EE.* 24 *Déc.*, 496.
- Oscillographes (Application des) (Wilmann). *Re.* 30 *Déc.*, 372.
- Viscosité magnétique dans les aciers doux. Influence sur les méthodes de mesure (Jouanist). *Sié.* *Déc.*, 715.
- Parafoudre** Gola. *Élé.* 7 *Janv.*, 1.
- Piles** Kamperdick-Apple. *EE.* 24 *Déc.*, 516.
- Rayons cathodiques** et lois de l'électro-magnétisme (Villard). *CR.* 26 *Déc.*, 1200.
- Stations centrales** hydroélectriques. *Ac.* *Déc.*, 191.
- de Munich. *VDI.* 14 *Déc.*, 35.
- Télégraphe** écrivant Pollak-Virag. *E.* 16 *Déc.*, 596.
- transmetteur Kotyra. *RI.* 23 *Déc.*, 1285.
- sans fil. Fonctionnement du cohéreur (Gesthe). *Re.* 30 *Déc.*, 365.
- Détermination des transmetteurs (Slaby). *EE.* 7 *Janv.*, 30.
- Récepteurs électrolytiques (Forest). *Re.* 13 *Janv.*, 21.
- Téléphonie.** Câbles sous plomb, nouveau danger (Hesketh). *Re.* 30 *Déc.*, 367.
- Bureau automatique de Chicago. *E.* 6 *Janv.*, 11.

HYDRAULIQUE

- Eaux** de Sehangai. *E.* 16 *Déc.*, 602.
- Écoulement** de l'eau dans les tuyaux et conduites. Formules diverses. *Ac.* *Déc.*, 182.

Énergie hydroélectrique. Production et applications. *Ac. Déc.*, 189.

Maréomoteurs (Les). *E'*. 15 Janv., 29.

Pompes. Fonctionnement des soupapes (Berg). *RM. Déc.*, 544.

— directe Wistgarth. *E'*. 14 Janv., 37.

— à colonne d'eau Duval-Pihet. *Ri.* 14 Janv., 13.

— diverses. *EM. Janv.*, 616.

— pour puits tubés au Cap. *E.* 14 Janv., 61.

Roues Pelton (Réglage des). *E.* 16 Déc., 832.

— en Californie. *VDL.* 17 Déc., 1902.

Turbines au Niagara. *E'*. 16 Déc., 593.

— (Usine des) (Dalemont). *EE.* 17 Déc., 441.

— à vapeur en Angleterre. *E.* 23 Déc., 843.

MARINE, NAVIGATION

Constructions navales en Angleterre en 1904. *E.* 6 Janv., 12.

— Carènes de moindre résistance (Fournier). *CR.* 2 Janv., 48.

Canal Dortmund à l'Ems (Rivière et Bourgeron) *APC.* N° 30, 1904, p. 131.

— Canaux navigables du Bengale. *E'*. 30 Déc., 640.

— de Panama. État actuel. *EM. Janv.*, 481; *E.* 14 Juin., 54.

Élévateurs pour bateaux. Concours de Vienne. *Ri.* 24 Déc., 517; *Gc.* 7 Janv., 150.

Docks. Modernisation des anciens docks (Cunningham). *E.* 30 Déc., 881.

— du London-Brighton à Depford. *E.* 14 Janv., 47.

Hélices. Expériences dans le bassin d'essai de la marine américaine (Taylor). *E.* 16 Déc., 838.

— Hélice-gouvernail Rousselet pour bateaux automobiles. *Bam. Déc.*, 1141.

Machines marines à roues des bateaux de la Tamise. *E'*. 23 Déc., 620.

— à hélices du cuirassé Black-Prince. *E'*. 30 Déc., 643; du cuirassé Regina Margherita. *E'*. 6 Janv., 11; du croiseur Argyll. *E.* 14 Janv., 46.

— américaine (Décadence de la). *E.* 23 Déc., 862.

Marine de guerre anglaise, réorganisation. *E.* 16 Déc., 825.

Navires de guerre. Constructions en 1904. *E.* 30 Déc., 898.

— transport Dufferin. *E.* 30 Déc., 890.

— allemande. Cuirassé Deutschland. *E'*. 23 Déc., 618.

— Essais de bâtiments de guerre en 1904. *E.* 6 Janv., 23.

Ports et voies navigables en 1904. *E'*. 6 Janv., 1.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Air comprimé. Laveur pour compresseur Daw. *Ri.* 17 Déc., 501.

— Compresseur Pokorny-Wittikind. *Ri.* 14 Janv., 13.

— Mise en train automatique pour compresseurs. *E.* 6 Déc., 27.

Aérostation. Stabilité des dirigeables (Crocco). *CR.* 26 Déc., 1195.

— Dynamique l'aéroplane (Vallier). *RM. Déc.*, 539.

Chaudières.

— à tubes d'eau. Armstrong. *E.* 16 Déc., 820; Babcox du cuirassé Black-Prince. *E'*. 30 Déc., 644.

— Épurateur d'eau Raisert. *E'*. 30 Déc., 633.

— Explosion à Leeds. *E'*. 6 Déc., 33.

— Grilles mécaniques Jones. *Fi. Déc.*, 439; Paush. *Dp.* 15 Janv., 21.

— Clapet de retenue américain. *Gc.* 7 Janv., 155.

— Foyers à pétrole, à air et à vapeur. *AMa.* 7 Janv., 1712; Fumivores (Haier). *ZOI.* 7 Janv., 20. *E'*; 14 Janv., 44.

— Niveau d'eau Mac Key. *Ri.* 24 Déc., 516.

— Primage et ses remèdes (Bement). *E'*. 16 Déc., 604.

— Soupape d'arrêt Brooke. *E.* 14 Janv., 61.

— Tubes. Ramoneur à air comprimé Dalmar. *Gc.* 26 Déc., 126.

Dynamomètre de transmission Spiro. *Gc.* 31 Déc., 140.

Embraye logarithmique pour laminoir. *E.* 16 Déc., 820.

— à friction Graft et Perkins. *Ri.* 24 Déc., 513; Martha. *Va.* 13 Janv., 24.

Froid. Machines frigorifiques à l'Exposition de Saint-Louis. *E'*. 6 Janv., 2.

- Graisieurs* Lefebvre. *Pm. Déc.*, 182.
 — Resachert et Hebert. *Ri. 17 Déc.*, 504.
 — au graphite. *Dp. 15 Janv.*, 24.
Horlogerie. Pendule électrique (Mascart). *CR. 12 Déc.*, 1026.
 — Isochronisme des horloges astronomiques (Fery). *CR. 9 Janv.*, 106.
Levage. Pont roulant électrique de 60 tonnes Shaw. *E. 23 Déc.*, 837.
 — Palan électrique Wessels et Wilhelme. Lacy, Hulbert. *E. 23 Déc.*, 869.
 — Ascenseur électrique Richmond. *E'. 30 Déc.*, 632.
 — Grue électrique du port de Heysham. *E'. 31 Déc.*, 419; flottante du port de Riga. *VDI. 7 Janv.*, 1.
 — Transporteur électrique Roger. *E'. 30 Déc.*, 630.
 — Appareils de levage et de manutention divers. *EM. Janv.*, 489-653.
 — Manutention des minerais. *SuE. 1^{er} Janv.*, 15.
 — Convoyeurs à courroies. *E'. 14 Janv.*, 34.
Machines-outils. Ateliers modernes. Organisation (Hensreg). *Fi. Déc.*, 401; Schneider à Champagne. *E. 30 Déc.*, 887; Fabrique d'armes de Herstatt. *AMA. 17 Déc.*, 1592.
 — Alùteuses (Les) (Horner). *E. 16 Déc.*, 814.
 — Calibres (Emploi des). *AMA. 17 Déc.*, 1489.
 — Outils rapides (Gledhill). *AMA. 7-14 Janv.*, 1696, 1729.
 — Filière Winkle. *AMA. 24 Déc.*, 1643.
 — Fraiseuse pour tarauds Berry. *RM. Déc.*, 607.
 — Forger (Machines à) de Sohne. *VDI. 7 Janv.*, 14.
 — Meule à rectifier Schmaltz. *Pm. Déc.*, 178.
 — Micromètre intérieur Nerwall. *Ri. 17 Déc.*, 506.
 — Montages américains (Desforge). *Bam. Déc.*, 1401.
 — Percages carrés au revolver. *AMA. 17 Déc.*, 1606.
 — Perceuse radiale Asquith. *E'. 6 Janv.*, 23.
 — — Essais au dynamomètre. *AMA. 24 Déc.*, 1629.

- Machines-outils**. Presses à forger Hamel et Lueg, Krupp, Rhenforth, de l'Homme, Davy et Crowe. *RM. Déc.*, 583.
 — — à câbles Bridge (*id.*), 586.
 — Profileur Schuberth. *RM. Déc.*, 586.
 — Projectiles (Machine Fairholme et Fletcher à rétreindre les). *RM. Déc.*, 623.
 — Raboteuse (Essais d'une). *RM. Déc.*, 597.
 — — Ajax, Pond, Maurer, Wickstead, Smith et Coventry. *RM. Déc.*, 590.
 — — Skanks. *E. 6 Déc.*, 10.
 — Raineuse Morton. *RM. Déc.*, 598.
 — — Dégagement des. (*Id.*), 599.
 — Roues de wagons. Usinage américain (Oudet). *Rgc. Janv.*, 13. Machine à faire les moyeux Enfield. *RM. Déc.*, 597.
 — Tour revolver Windsor. *AMA. 17 Déc.*, 1623; Herbert. *C. 30 Déc.*, 894; *C'. 14. Janv.*, 46.
 — — à charioter Hitchon et Bannister. *RM. Déc.*, 605.
 — — Harnais Leblond. *RM. Déc.*, 603; Bradford. *AMA. 14 Janv.*, 1737.
 — — vertical. Finissage d'un volant. *AM. 24. Déc.*, 1635.
 — Vis (Machines à) Lavigne, Seward, Potter et Johnston, Cleveland, Hartford, Stegl, Hanson, Herbert. *RM. Déc.*, 608, 623.
 — — (calibre à) Herbert. *RM. Déc.*, 623.
 — Scie à métaux Craig et Donald. *RM. Déc.*, 601.
 — à bois, perceuse et mortaiseuse Pickles pour wagons. *E. 30 Déc.*, 888.
 — — à travailler les pierres Trier. *RM. Déc.*, 623.
Moteurs à vapeur. Rapides enfermés. *E'. 23 Déc.*, 641.
 — Rendement *E'. 14 Janv.*, 44.
 — à l'Exposition de Saint-Louis. *Ga. 14 Janv.*, 161.
 — Moteur athermique Dex. *Rt. 10-25 Déc.*, 1293.
 — Turbines à l'Exposition de Saint-Louis. *E' 16, 30 Déc.*, 589, 638.
 — — compound. Théorie. *E. 13 Janv.*, 37.
 — — Parsons, Holzwart. Curtis, Dodge, De Laval, Kolb, Westinghouse, Fulagar. *RM. Déc.*, 561, 582.
 — Distribution à soupapes. Construction des soupapes. *E'. 6 Déc.*, 3.

Moteurs à vapeur. Diagrammes de Schule. *Dp.* 14 Janv., 17.

- Condenseurs aériens (Mueller). *VDI.* 7, 14 Janv., 5, 45.
- Récupérateur Rateau. *Dp.* 17 Déc., 807.
- à acide carbonique. *Dex. Rt.* 10 Déc., 1237.
- à gaz Campbell pour station électrique. *E.* 16 Déc., 834.
- — Sergeant. *Eam.* 22 Déc., 995.
- — Westinghouse. *Ri.* 7 Janv., 1.
- — Turbine à gaz. Théorie (Royer). *R.M. Déc.*, 321.
- — Gazogène Wile. *Eam.* 8 Déc., 915.
- — Allumage électromagnétique Zuhaiof. *Va.* 31 Déc., 846.
- à pétrole. Locomobile Campbell *E.* 16 Déc., 594.
- — Janus. *Va.* 24 Déc., 824.
- — Gardner. *E.* 14 Janv., 47.
- — Diésel. Analyse des gaz d'échappement (Jaubert). *RCp.* 25 Déc., 460.

Presse hydraulique de 3000 tonnes. *Pm.* Janv., 9.

Résistance des matériaux. Criques des pièces de machines (Andrews). *E.* 16 Déc., 810.

- Non-fragilité des aciers après travail au bleu (Frémont). *CR.* 12 Déc., 1032.
- Essais au choc. *E.* 30 Déc., 648.
- Fatigue des métaux (Kemp). *RdM.* Janv., 7.
- Air liquide. Effet sur la résistance du fer et sur les alliages (Dewar et Hadfield). *CN.* 13 Janv., 13.

Ventilateurs divers. *EM.* Janv., 341.

— Farcot. *Pm.* Janv., 1.

Textiles. Régulateur pour Self Acting. *It.* 15 Déc., 453.

- Les mariages en filature (*id.*), 455.
- Marche de la navette au métier à tisser (*id.*), 460.
- Casse-fil Harrison (*id.*), 463.
- — Machines soufflantes Davy. *E.* 6 Déc., 9.

MÉTALLURGIE

Argent. Traitement des sulfures, procédé Vaygouny. *Eam.* 29 Déc., 1033.

Coke (Fours à). *RdM.* Janv., 19.

Cuivre (Chimie et métallurgie du) (Palmer) *Eam.* 8 Déc., 908.

- trous de coulée et tuyères des fours à cuivre. *Eam.* 22 Déc., 993.
- Fours à vent chaud. *Eam.* 29 Déc., 1028.

Espagne. Industrie métallurgique en 1903. *JA.* 17 Janv., 187.

Fer et acier. Electro-métallurgie. *Pm.* 190.

- Procédé Gin. *Bam. Déc.*, 1063; *Pm.* Janv., 10.
- Le petit convertisseur (Simonson). *IAJ.* Déc., 545
- Acier (L') au chrome-vanadium. *E.* 23 Déc., 623. — (Sankey et Smith). *E.* 23-30 Déc., 871, 846, 904. — (Guillet). *Gc.* 7-14 Janv., 148, 165.
- Fonderie. Manganèse dans le cubilot. *IAS.* Déc., 352. — Chariot de coulée électrique de 20 tonnes. *SuE.* 15 Déc., 1435.

— Forges de Lakavanna. *E.* 14 Janv., 32.

— — Réception des pièces de fonte, prescriptions. *RdM.* Janv., 50.

— — Préparation du sable aux ateliers de la Société alsacienne. *Sem.* Sept., 321.

— — dans l'Ouest africain (Bellamy). *E.* 6 Déc., 28.

— — Aciers coulés, façonnage et défauts. (Frien). *SuE.* 1^{er} Janv., 34.

— Fours chauffés au mazout, *SuE.* 15 Déc., 1430.

— Fours neutres Wegelin. *SuE.* 15 Déc., 1443.

— — à tremper Bragsham. *Ri.* 14 Janv., 15.

— Hauts fourneaux. Tuyères Forselles. *SuE.* 15 Déc., 1438.

— — Emploi de l'air refroidi (Boudouard). *CR.* 2 Janv., 40.

— — Machines soufflantes Davy. *F.* 6 Déc., 9.

— — Transporteurs pour *RdM.* Janv., 31.

— Tréfilerie. Laminoir Breuer et Schumacher. 23 Déc., 835.

— Laminiers modernes disposition des. *SuE.* 1^{er} Janv., 22.

— Sidérurgie américain en 1903. *SuE.* 15 Déc., 1440.

Or. Chloruration au Colorado (Greenwaldt). *Rt.*, 25 Déc., 1283.

Platine en Russie. *SL. Déc.*, 644.

Plomb. Progrès récents (Hofman). *RdM. Janv.*, 44.

MINES

Autriche-Hongrie. Industrie minérale. Statistique 1902. *AM. Oct.*, 441.

Canada. Mines du Nord-Ouest (Bel). *IC. Nov.*, 580.

Carbure de calcium. Emploi comme explosif dans les travaux miniers (Guedras). *CR. 26 Déc.*, 1223.

Cuivre. Mines du lac Supérieur. *Eam.* 8, 13, 22, 29 *Déc.*, 903, 943, 983, 1024.

— Genèse des dépôts de cuivre (Lindgren). *Eam.* 22 *Déc.*, 987.

Diamant. Mine « Premier » au Transvaal. *E'*. 16 *Déc.*, 588.

Électricité. Matériel électrique des mines (Saint-Martin). *Bam. Déc.*, 1019.

— en Angleterre et en Allemagne. *Etc.* 17 *Déc.*, 385.

Extraction. Machine de Kalgoorlie. Type Robey. *E.* 23 *Déc.*, 857.

Houille. Terrain houiller de la Lorraine française (F. Laur). *CR. 12 Déc.*, 1048.

— en Chine. *E.* 30 *Déc.*, 899,

— Accidents dans les houillères en 1903. *Eam.*, 22 *Déc.* 989. — de Pennsylvanie. *Eam.* 13 *Déc.*, 950.

Fonçage par congélation Grotenrath et Hellenblenk. *Gc.* 31 *Déc.*, 141.

Lignite en Bohême. *Eam.* 8 *Déc.*, 913.

Or. Avenir du Rand. *Eam.* 8 *Déc.*, 903.

— Dragage à Orville. *Eam.* 8 *Déc.*, 909.

— Exploitation courante à Cripp's Creek. *Eam.* 8 *Déc.* 911.

Phosphate du Tennessee. *Eam.* 29 *Déc.* 1032.

Préparation mécanique. Trieur magnétique Odling. *Eam.* 8 *Déc.*, 904.

— Bocardage dans l'Équateur. *Eam.* 8 *Déc.*, 914. — Allis et Chalmers (*id.*). 15 *Déc.*, 947.

— Mélangeurs de pulpe. *Eam.* 29 *Janv.*, 1035.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT fait par **M. Toulon**, au nom du *Comité des Arts économiques*, sur
les MIRES DE NIVELLEMENT de **M. Robin**.

M. Ch. Robin, géomètre à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, a présenté à notre Société les dispositions nouvelles qu'il a imaginées et qu'il propose pour l'établissement de mires de nivellement: ces mires ont pour but de faciliter les nivellements et d'augmenter la précision des observations.

Deux modèles ont été étudiés par M. Robin et sont décrits dans la notice où il expose son invention.

Le premier modèle est composé d'une série de dix petits rectangles de 0^m,002 de hauteur sur 0^m,008 de longueur, disposés en gradins suivant une ligne inclinée et tracée sur le plan de la mire. Chaque série de gradins correspond à un intervalle de 0^m,002. Les rectangles sont peints en blanc mat sur fond noir. Cette disposition permet de lire les hauteurs, jusqu'à 40 mètres de distance, avec une précision d'un millimètre: le fil horizontal de visée de la lunette coupe un des rectangles, et il est possible d'apprécier si le fil est au-dessus ou au-dessous du milieu de ce rectangle.

Le second modèle a plus spécialement pour but la détermination de

légers déplacements et en particulier les flexions des ouvrages pendant les épreuves.

Il est fondé sur le principe suivant. Imaginons une série de lignes inclinées de $0^m,02$ pour $0^m,10$, parallèles et distantes entre elles de $0^m,02$; la largeur de la partie graduée de la mire est de $0^m,10$. Divisons en vingt parties égales chacune de ces lignes. Chacune des divisions correspondra $0^m,005$ et verticalement à $0^m,001$. Le fil de visée horizontal observé dans la lunette vient couper très nettement la ligne inclinée et donne un point d'intersection bien visible dans un des intervalles de $0^m,005$ de largeur. Il est donc possible d'apprécier à une fraction de cet intervalle qui correspond à une fraction de millimètre $1/5$ environ, en hauteur.

L'auteur ajoute à ce modèle de mire une graduation analogue par rapport à la verticale. Les lectures faites par l'intersection du fil vertical de la lunette avec des lignes inclinées peuvent être obtenues de même avec une précision de $1/5$ de millimètre et permettent d'apprécier ainsi les déplacements latéraux.

Enfin deux lignes parallèles placées en haut ou en bas de la mire à une distance de $0^m,30$ l'une de l'autre permettent, à l'aide d'un calcul simple, de déterminer, par rapport à la ligne de mire verticale, l'inclinaison qu'a pu prendre la mire posée sur l'ouvrage en observation. Les lignes que l'auteur a figurées inclinées pourraient être tracées horizontalement.

Les deux modèles qui viennent d'être décrits, et dont les dessins sont ci-joints, paraissent pouvoir rendre d'utiles services. En particulier, l'idée de viser l'intersection d'une ligne inclinée par une ligne horizontale permet d'obtenir une précision plus grande qu'avec les graduations ordinaires des mires.

En conséquence, nous avons l'honneur de vous proposer, au nom du Comité des Arts économiques, de remercier M. Robin de son intéressante communication et de décider que le présent rapport sera inséré dans le *Bulletin* de la Société avec les figures qui l'accompagnent.

Lu et approuvé en séance, le 13 janvier 1905.

Signé : P. TOULON, rapporteur.

Les mires de précision de Ch. Robin, ont pour but, l'une (modèle A), de mesurer le *millimètre certain* dans les nivellements, l'autre (modèle B), de mesurer directement :

- 1° Les mouvements verticaux à 1/10 de millimètre près;
- 2° Les mouvements horizontaux à 1/10 de millimètre près;
- 3° Les mouvements angulaires, par un calcul simple, en secondes d'arc.

MODÈLE A

La mire du modèle A est (figure p. 208) composée de petits rectangles de huit millimètres de longueur sur *deux millimètres de hauteur*, disposés par dizaines, en gradins, de telle façon, que le dessous de l'un correspond *exactement* au-dessus du rectangle placé au-dessous de lui, mais dont il est séparé par un intervalle de deux millimètres. Aucun de ces rectangles ne touche ses voisins.

Une ligne de gradins comporte dix petits rectangles, de manière que, du dessus du premier, jusqu'au-dessous du dernier, il y ait *exactement* deux centimètres de hauteur.

Une semblable disposition est répétée de deux en deux centimètres, autant de fois qu'il est nécessaire, pour une longueur donnée, de mire.

Il y a, ainsi, cent rectangles successifs, par décimètre de hauteur.

Pour atteindre le *maximum de visibilité*, ces rectangles sont peints en *blanc, mat*, sur fond *noir, mat*. Aussi, jusqu'à la distance de 40 mètres, avec une bonne lunette, peut-on, sur cette mire, lire clairement le *millimètre certain*, car le fil (ou la gravure) y est très visible, et permet de voir si le *millimètre lu* doit être affecté du signe $>$ ou du signe $<$; ce qui, en comparaison des mires actuelles, réduit considérablement les *écarts d'appréciation* dans les lectures.

La lecture du millimètre se fait dans le rectangle blanc, coupé par le *fil horizontal* de lunette.

Les autres éléments de lecture sont écrits en chiffres, présentant toute facilité pour les opérateurs.

Il suffit que l'opérateur *reconnaisse* bien le centimètre du *demi-gradin* dans lequel il *fait sa lecture*, puisque chaque moitié de gradin est composée de cinq rectangles, d'un centimètre de hauteur ensemble.

La mire modèle A peut être appelée à rendre de grands services, principalement pour l'établissement des *bases des grands nivellements*, qu'il est indispensable de faire à petits coups, ne dépassant pas 40 mètres de longueur.

Réduite à la dimension plus restreinte de 30 centimètres de longueur, et montée sur cadre, avec ses vis de rappel (*comme la mire modèle B*, p. 209) elle peut servir à petite distance, pour évaluer le demi-millimètre, dans les épreuves de flexion des ouvrages métalliques.

MODÈLE B

La mire de précision du modèle B est faite plus spécialement pour les épreuves d'ouvrages métalliques.

Cette mire peut être considérée comme contenant en réalité trois mires différentes.

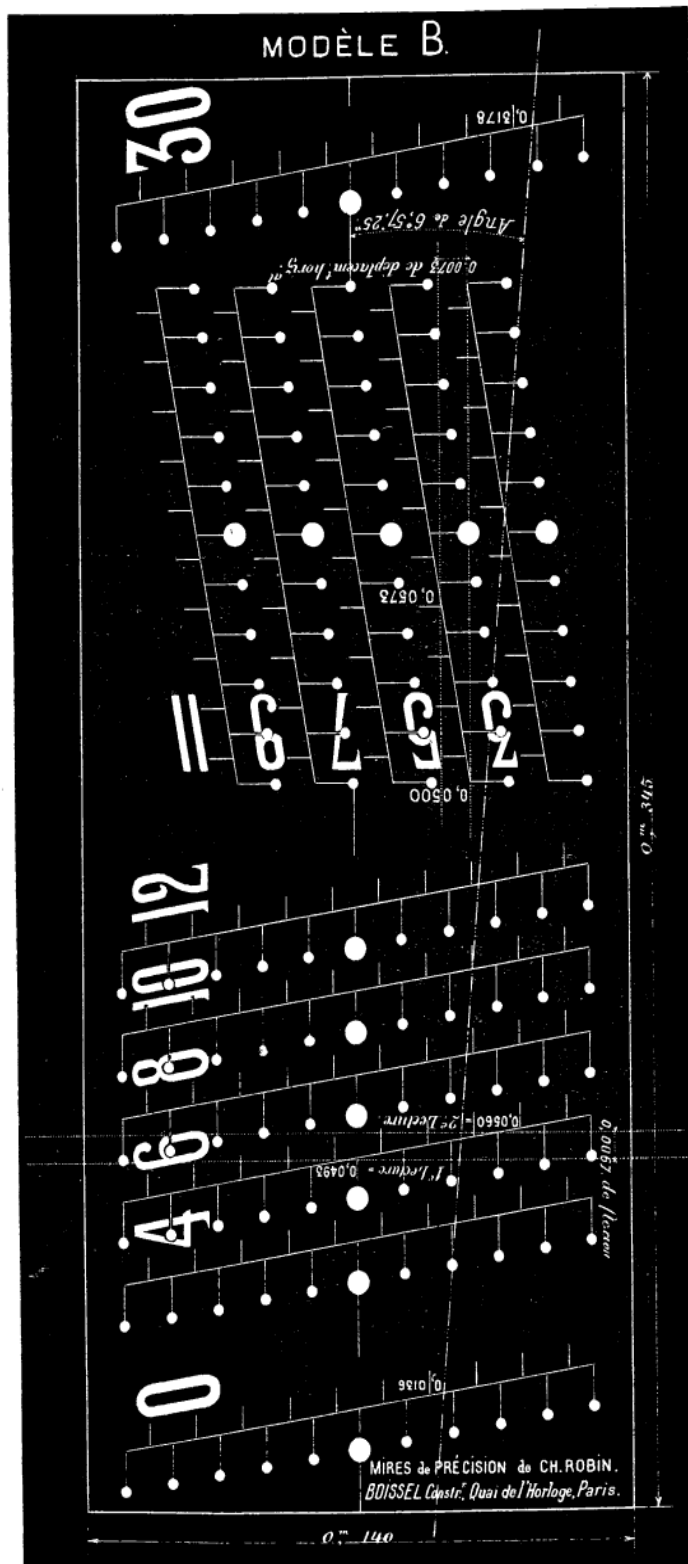
En effet; avec la première ou mire angulaire (*représentée par les deux lignes les plus*

0 2 4 6 8 1

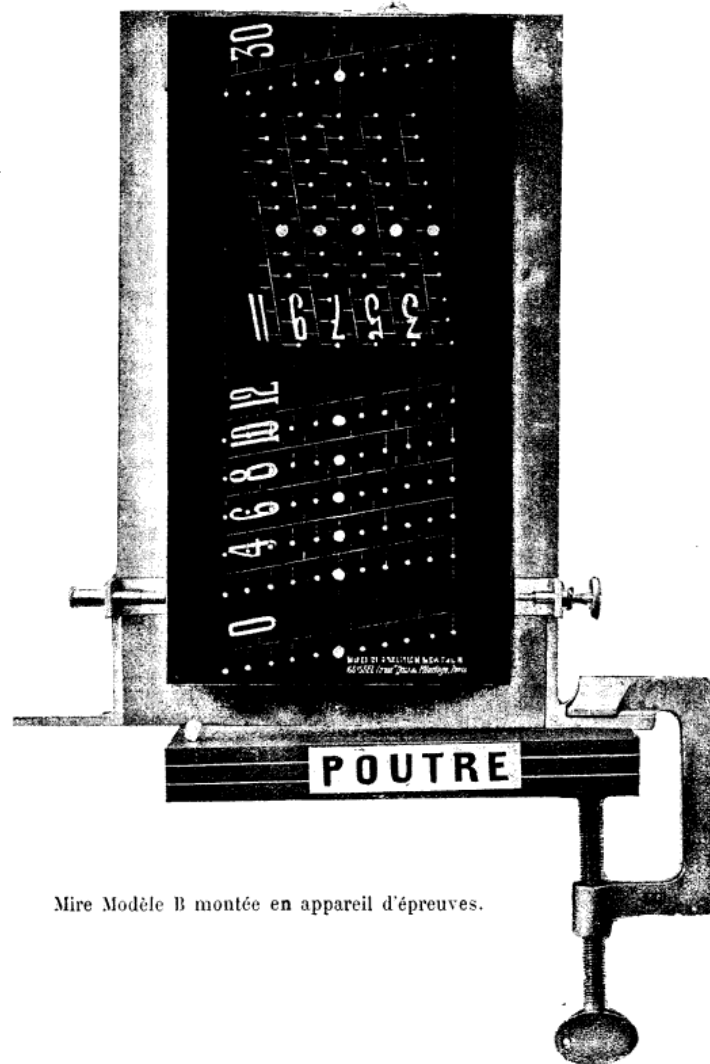
1 2 4 6 8 1

BOISSEL

MINES de PRÉCISION de CH. ROBIN.
Const. Quai de l'Horloge, à Paris



extrêmes 0 et 30) on mesure les mouvements angulaires par des lectures comportant quatre décimales, faites avec le fil vertical de lunette. Avec la seconde, ou mire d'en bas (représentée par cinq lignes de lecture portant les chiffres 4, 6, 8, 10 et 12), on mesure



Mire Modèle B montée en appareil d'épreuves.

les mouvements verticaux ou de flexion, avec quatre décimales, avec le fil horizontal de lunette. Avec la troisième, ou mire d'en haut (représentée par cinq lignes de lecture portant les chiffres 3, 5, 7, 9 et 11), on mesure les mouvements latéraux et horizontaux, avec 4 décimales, au moyen des lectures faites avec le fil vertical de lunette.

Le modèle B se compose de droites inclinées et parallèles, espacées verticalement de deux centimètres, et divisées en vingt parties bien égales. La largeur de cette mire est de douze centimètres, et sa longueur de trente-deux centimètres. Elle est montée dans un châssis à vis de rappel au moyen desquelles on peut rappeler la mire dans la verticale lorsque les mouvements produits par les épreuves l'en ont écartée.

Emploi pour les épreuves. — Supposons qu'on veuille connaître l'amplitude des trois mouvements d'une poutre soumise à l'épreuve d'un poids fixe, on placera d'abord l'appareil de mire, très solidement, avec son serre-joints (fig. p. 210), au point à examiner, et bien verticalement. Puis, avec la lunette réglée et bien fixe, on amènera le fil de la lunette près de l'axe de mire. En faisant manœuvrer les vis de rappel de mire, on cherchera la coïncidence exacte de l'axe de mire et du fil vertical de la lunette de manière que la croisée des fils soit sensiblement au milieu de la mire d'en bas.

Dans cette position, l'opérateur est prêt, et les poids étant apportés, d'une part, les trois mouvements ont été notés et leur valeur établie en peu d'instant :

Avant l'apport des poids, l'opérateur, certain de la coïncidence, a fait une seule lecture sur la mire d'en bas, soit par exemple : $0^m,0493$ $0^m,0493$

Après l'effet complet de ces poids, la mire étant redressée, l'opérateur a fait une seconde lecture sur la mire d'en bas, soit par exemple : $0^m,0560$. . . $0^m,0560$

La différence de ces valeurs représente la flexion due aux poids, soit : $0^m,0560 - 0^m,0493 =$ $0^m,0067$

La mire étant redressée, l'opérateur a constaté, sur la mire du haut, le défaut de coïncidence après l'effet des poids, et il a fait une lecture à la croisée du fil de lunette. Cette lecture donne le mouvement horizontal produit dans l'épreuve : Supposant qu'il a choisi 0,0500 au moment de la coïncidence, et, qu'après redressement, l'opérateur ait lu 0,0573, la différence est de 0,0073, quantité dont la pièce examinée s'est retirée, horizontalement, vers la gauche, du côté opposé à la deuxième lecture.

Il reste à examiner la mesure des *mouvements angulaires*. Les éléments en sont obtenus sans ramener la mire à la coïncidence sus-indiquée. Dès que les poids ont terminé leur effet, et avant de redresser la mire, l'opérateur lit deux mesures l'une sur la ligne 0, l'autre sur la ligne 30, avec le fil vertical de lunette. Leur différence représente le grand côté de l'angle droit d'un triangle rectangle. Le petit côté est représenté par la distance comprise entre l'axe de mire et les deux coupées, lorsque l'axe de mire croise le fil vertical. Si le fil vertical ne croise pas l'axe de mire, cette même distance, ou longueur du petit côté de l'angle droit, est égale aux deux dernières décimales du grand côté multipliées par 1,2000, puisque la mire est de 12 centimètres de largeur.

Supposons que les deux lectures angulaires soient 0,0136 et 0,3178. La différence $0^m,3042$ représente le grand côté de l'angle droit, et $0,0042 \times 1200 = 0,00504$ représente le petit côté du triangle rectangle.

Il est facile alors d'obtenir, par un calcul simple, l'angle sous lequel la pièce examinée s'est inclinée au point d'attache de la mire.

MÉTALLURGIE

REVUE DE LA MÉTALLURGIE EN 1904, par **M. H. Le Chatelier** (1).

Je n'ai pas la prétention de passer ce soir en revue tous les progrès de la Métallurgie pendant l'année 1904. J'y ai consacré dans le courant de l'année 1500 pages de la *Revue de Métallurgie* et il me serait impossible de les résumer devant vous en trois quarts d'heure. Il faudra nécessairement me limiter aux faits saillants et ne les rappeler que d'une façon très sommaire. Une revue faite dans de semblables conditions ne peut être d'aucun intérêt pour les métallurgistes, elle s'adresse uniquement aux ingénieurs étrangers à cette branche de l'industrie et désireux de ne pas ignorer complètement ce qui se fait à côté d'eux.

Les faits mentionnés ici ne se rapportent pas exclusivement à l'année 1904, car il s'écoule généralement plus d'une année entre le début d'un perfectionnement apporté à une industrie et son plein épanouissement, mais dans ce développement, il y a une période pendant laquelle les progrès sont plus considérables et ont plus vivement frappé l'attention des ingénieurs. Cela a été le cas pour un certain nombre d'entre eux pendant l'année 1904 et à ce titre il a semblé convenable de les faire figurer dans cette Revue.

Les progrès industriels ont aujourd'hui deux points de départ bien différents. Les uns dérivent d'études scientifiques méthodiquement poursuivies, les autres de tâtonnements empiriques permettant de perfectionner de proche en proche les procédés de fabrication antérieurement connus. La Société d'Encouragement a, dans ces dernières années, fait des efforts considérables pour le développement des recherches de science industrielle et il est assez naturel que je commence par traiter ce côté de mon sujet.

Les recherches de science industrielle se divisent à leur tour en deux catégories distinctes, celles qui se poursuivent au point de vue de la science pure, pour l'amour de l'art, si l'on peut s'exprimer ainsi, sans viser aucun but défini, et celles au contraire qui visent un but pratique immédiat ayant pour objet, soit la création de nouveaux procédés de fabrication, soit simplement le perfectionnement des anciens.

L'utilité des recherches de science pure est souvent méconnue par les industriels. Que de fois l'on m'a demandé à quoi servait la métallographie et

(1) Communication faite devant la Société d'Encouragement dans sa séance du 10 février 1905.

exprimé le désir de voir réduire la place qui lui était faite dans la *Revue de Métallurgie*. Il est bien certain qu'elle n'a conduit directement à la création d'aucun produit nouveau et que même ses services indirects dans les usines ne sont pas d'une évidence absolue. Il n'en est pas moins vrai que, malgré ces protestations, le nombre des usines installant des laboratoires pour des recherches de cette nature s'accroît très rapidement. Je le sais d'une façon certaine pour la France et j'ai quelques raisons de penser qu'il en est de même à l'étranger. Cela n'a pas été sans causer une certaine surprise à l'avant-dernier meeting de l'Iron and Steel Institute de voir les usines Vickers de Sheffield apporter des photographies micrographiques faites dans leur laboratoire.

Un terme de comparaison fera comprendre l'intérêt de ces recherches d'ordre général. L'analyse chimique n'a pas créé non plus un seul produit nouveau et aujourd'hui on pourrait dans la plupart des usines métallurgiques la supprimer sans que la fabrication en soit paralysée; pourtant, personne ne songe à mettre en doute que le magnifique développement de la métallurgie pendant le XIX^e siècle eût été impossible en l'absence des méthodes d'analyses chimiques. De même, toute méthode d'investigation, et la métallographie aussi bien qu'une autre, nous permettant de préciser nos connaissances relatives aux procédés de fabrication et aux matières élaborées, rend à l'ingénieur des usines des services inestimables. La valeur de chacun de ces services pourra sembler bien faible pour être chiffrée dans chaque cas particulier, mais en multipliant cette valeur infiniment petite par le nombre infiniment grand des circonstances où elle se répète, on arriverait à un chiffre total important. Bastiat, dans ses admirables petits pamphlets économiques, insiste avec beaucoup de raison sur la distinction capitale entre ce *qui se voit et ce qui ne se voit pas*. Notre esprit est instantanément frappé par certains faits d'importance moyenne, et leur accorde une attention exagérée, tandis qu'il néglige complètement des faits moins saillants à première vue, mais auxquels une répétition incessante donne une importance réelle considérable. C'est là un défaut de notre esprit contre lequel on ne saurait trop se mettre en garde.

Constitution des aciers. — Les aciers, et tous les alliages sont constitués de même que les roches de l'écorce terrestre par la juxtaposition d'un certain nombre de petits éléments, de masses homogènes de nature différente. La connaissance de ces différents constituants est évidemment aussi utile que celle des principes immédiats dans les végétaux. L'analyse élémentaire brute ne suffit pas pour nous en donner la connaissance complète. On connaît aujourd'hui d'une façon assez précise les constituants des aciers et fontes refroidis lentement. Ils sont au nombre de trois : le fer à peu près pur ou *ferrite*, le carbone pur ou *graphite* et la *cémentite*, carbure de fer de composition Fe_3C ; mais à des températures plus élevées, ces différents corps réagissent les uns sur les

autres en donnant lieu à des solutions solides à proportions variables, analogues aux mélanges isomorphes, que la trempe permet de conserver plus ou moins complètement à la température ordinaire. Les différents constituants des aciers trempés signalés par M. Osmond, *martensite*, *austénite*, *troostite*, *sorbite* demandent encore de nombreuses études pour être connus d'une façon un peu précise.

Deux séries de recherches très intéressantes ont été faites cette année sur ce sujet. MM. Carpenter et Keeling, au National Physical Laboratory de Londres ont déterminé d'une façon absolument précise les points de fusion et les points de transformation des différents alliages du fer et du carbone (1). M. Benedicks, dans sa thèse de doctorat soutenue devant l'Université d'Upsala, a fait une étude très complète sur les propriétés des aciers recuits (2). Ce travail est un modèle de précision scientifique.

L'étude de la constitution des aciers trempés va être l'objet d'un ensemble considérable de recherches qui seront effectuées sous le contrôle d'une commission internationale réunie sur l'initiative de M. Glazebrook, directeur du National Physical Laboratory et de M. H. Le Chatelier, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Elle est composée de :

Amérique. — MM. Howe et Sauveur.

Angleterre. — MM. Arnold, Hadfield, Stead et Glazebrook.

France. — MM. Charpy, Pérot et Le Chatelier.

Allemagne. — M. Martens.

Suède. — MM. Brinnell et Dillner.

Russie. — M. Kournakow.

Études sur les bronzes. — L'acier n'est pas le seul alliage donnant lieu à des transformations multiples sous l'influence des changements de température. On ignorait l'existence de phénomènes semblables dans les autres alliages, faute de les avoir étudiés d'assez près. Dans un travail récent, M. Baïkoff, de Saint-Petersbourg, a montré que les alliages de cuivre et d'antimoine étaient le siège de phénomènes tout à fait semblables à ceux que l'on observe dans la trempe de l'acier. Les mêmes faits ont été observés sur les alliages de cuivre et d'étain, les bronzes, par MM. Heycock et Neville qui, dans une étude magistrale, la plus complète peut-être qui ait été publiée jusqu'ici sur les alliages métalliques, ont défini la nature des différents constituants de ces alliages et les conditions de température de leurs transformations réciproques. Ils y sont arrivés par l'emploi simultané de mesures thermométriques, d'observations métallographiques et de séparations de certains constituants par les réactifs chimiques (3).

(1) *Revue de Métallurgie*, 1 bis, 428-437 (1904).

(2) *Id.*, 1 bis, 540-547 (1904).

(3) *Id.*, 1 bis, 72-83 (1904).

Alliages magnétiques. — Une des découvertes les plus curieuses faites cette année est celle du docteur Heusler relative à l'existence d'alliages magnétiques formés de métaux non magnétiques. L'alliage Al Mn présente une force coercitive qui est à peu près égale à la moitié de celle du fer (1). Cet alliage est trop fragile et trop altérable pour recevoir des applications industrielles, mais en cherchant dans cette voie nouvelle, on peut espérer obtenir des résultats d'un intérêt véritablement pratique.

Équilibre des gaz dans les hauts fourneaux. — Un grand nombre d'études ont été faites depuis quelque temps sur les conditions d'équilibre des produits d'oxydation des combustibles, oxyde de carbone, acide carbonique, vapeur d'eau, hydrogène soit entre eux, soit avec le carbone solide, soit avec les oxydes de fer. Dans cet ordre d'idées, il convient de mentionner les recherches de M. Boudouard sur la dissociation de l'oxyde de carbone en carbone et acide carbonique, phénomène qui joue un si grand rôle dans les opérations du haut fourneau. L'ensemble des résultats obtenus a été synthétisé par M. Hahn dans un tableau graphique permettant de prévoir à première vue quelles seront, dans des conditions de température données, les réactions possibles, réduction du minerai de fer, volatilisation du carbone sous l'action de l'acide carbonique. Ce sont là des données infiniment précieuses pour la théorie du haut fourneau et en général de tous les appareils de chauffage.

Analyse électro-chimique. — Le principal progrès des méthodes d'analyses applicables aux matériaux de la métallurgie est résulté de l'emploi de plus en plus systématique des méthodes d'analyses électro-chimiques. Elles ont le très grand avantage de dispenser de l'emploi des réactifs solides dont l'addition complique toujours notablement la séparation des derniers éléments restés en dissolution. L'emploi des électrodes tournantes accélère énormément le dépôt des métaux en renouvelant constamment au contact de la cathode les couches de liquide appauvries par le dépôt du métal. On arrive ainsi à pouvoir déposer plusieurs décigrammes de cuivre à l'heure dans les appareils ordinaires d'analyse.

Le champ d'application de ces méthodes de séparation a été considérablement étendu par M. Hollard en utilisant les propriétés qu'ont les sels dits complexes de ne pas se laisser électrolyser (2). On peut ainsi arriver à séparer des métaux qui, pris à l'état de sels ordinaires, possèdent une trop faible différence de force électromotrice de polarisation pour pouvoir être rigoureusement séparés. Cette méthode a été appliquée, par exemple, avec succès à la séparation du nickel et du zinc.

Les recherches que nous venons de passer en revue ont un caractère nette-

(1) *Revue de Métallurgie*, II bis, 78 (1905).

(2) *Id.*, I bis, 684-685 (1904).

ment scientifique et ne visent que d'une façon plus ou moins lointaine les applications pratiques. Les résultats suivants ont été obtenus au contraire en cherchant à perfectionner telle ou telle application industrielle :

L'influence de la *température de coulée* sur les propriétés des métaux a été particulièrement étudiée par M. Longmuir en Angleterre. Ses expériences ont porté sur les alliages du cuivre et sur l'acier (1). On connaissait déjà d'une façon qualitative l'importance de faire la coulée à une température convenable. Cela a en particulier été observé depuis longtemps dans la fabrication des caractères d'imprimerie. Il a précisé par des chiffres la valeur exacte de ces températures et a montré de plus que la variation de la qualité du métal était extrêmement rapide de part et d'autre d'une certaine température optima. Quand le métal est trop chaud il cristallise à gros éléments et il est difficile, même par des traitements thermiques très soignés, d'arriver à le régénérer. Un métal coulé trop froid présente une structure confuse, une texture poreuse qui échappe complètement à l'action des traitements thermiques. Pour l'acier, par exemple, la température convenable est supérieure d'une centaine de degrés à celle de fusion du métal.

L'étude des *aciers spéciaux*, c'est-à-dire renfermant certains métaux étrangers, tels que le nickel, le chrome, le tungstène, a conduit à des résultats particulièrement intéressants. En commençant par les recherches dans lesquelles le point de vue scientifique a une place prépondérante, on doit mentionner tout d'abord les recherches si remarquables de M. Guillet. Il a étudié systématiquement l'influence d'un grand nombre de métaux dans des proportions variant entre des limites très étendues : le nickel, le manganèse, le chrome, le tungstène, le molybdène, l'aluminium, l'étain, le silicium, le cobalt, le titane et le vanadium. Pour chacune de ces séries il a étudié les métaux à l'état brut, à l'état recuit et après trempe à différentes températures. Les expériences ont porté sur la structure métallographique, la dureté et la malléabilité. Les essais mécaniques ont été faits à la fois par l'essai de traction, par la méthode de Brinell donnant la dureté au moyen de l'empreinte d'une bille et par l'essai de fragilité au choc sur barreaux entaillés (2). Il est impossible de résumer ici un ensemble aussi considérable de recherches. Il suffit, pour montrer leur intérêt, d'indiquer que tous ces travaux ont été reproduits aussitôt leur apparition dans les publications étrangères, en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne et en Suède.

M. Guillet a commencé une étude analogue sur les laitons et les bronzes pour reconnaître l'influence des additions de certains métaux étrangers, tels que

(1) *Revue de Métallurgie*, I bis, 32-33 et 410-419 (1904).

(2) *Id.*, I, Mémoires, 46-67, 89-91, 155-183, 263-283, 390-401, 500-505, 506-510, 525-544 (1904).

l'aluminium, le manganèse et le plomb (1). Un des résultats saillants de ces recherches a été de mettre en évidence d'une façon beaucoup plus nette que cela n'avait été fait jusqu'ici l'influence de la trempe sur les propriétés mécaniques des bronzes. Prenant comme point de départ les expériences de MM. Heycock et Neville, rappelées plus haut, il a établi que la température convenable de trempe variait pour chaque métal suivant sa composition et a donné les indications nécessaires pour utiliser pratiquement les résultats de ses expériences.

Les études de M. Guillaume sur les *aciers au nickel*, plus particulièrement ses recherches sur leur dilatation, ont conduit à la fabrication industrielle de deux alliages extrêmement intéressants. L'*invar*, dont la dilatation est à peu près nulle au voisinage de la température ordinaire et qui est employé pour ce motif dans la construction des règles géodésiques et de certaines pièces des appareils d'horlogerie. Un second alliage, le *platinite*, d'une dilatation égale à celle du verre, devient aujourd'hui d'un usage de plus en plus général pour remplacer le platine dans la construction des lampes à incandescence; mais dans ce dernier cas, pour passer des données purement théoriques relatives à la dilatation du métal à son emploi pratique, il a fallu vaincre de très grandes difficultés, provenant entre autres de la présence des gaz dans les métaux fondus.

De toutes les recherches sur les aciers spéciaux, les plus frappantes, par leurs conséquences pratiques, se rapportent aux aciers à outils, dits *aciers rapides*. MM. White et Taylor ont en 1900 montré, par une étude méthodique remarquablement conduite, que les aciers au tungstène, dits aciers Mushet, employés depuis longtemps dans les ateliers, voyaient leur qualité s'améliorer considérablement par l'introduction de petites quantités de chrome. Pour obtenir avec ces aciers les meilleurs résultats, il faut de plus modifier du tout au tout les conditions usuelles de la trempe; on doit chauffer les aciers jusqu'au voisinage de leur point de fusion (2).

Ces études ont été complétées par les importantes recherches de M. Gledhill, ingénieur de la Société Armstrong Withworth, qui a présenté sur ce sujet un important mémoire au meeting de l'Iron and Steel Institute à New-York en octobre 1904 (3). On pourra être surpris à première vue de voir classer ces études, qui semblent avoir un caractère exclusivement pratique, au nombre des recherches ayant eu comme point de départ des études réellement scientifiques. On s'était en effet figuré tout d'abord que la découverte de ces aciers avait été l'effet d'un heureux hasard. MM. White et Taylor en prenant leur brevet, et plus tard M. Gledhill en faisant de la publicité pour l'acier A. W. fabriqué par

(1) *Revue de Métallurgie*, II, Mémoires, 97-120 (1903).

(2) *Id.*, I bis, 187-192 (1904).

(3) *Id.*, II bis, 111-117 (1905).

ses usines, s'étaient abstenus d'indiquer l'origine de leurs découvertes et des perfectionnements ultérieurs qui y avaient été apportés; mais les indications récentes publiées par ces savants ingénieurs ont fait connaître d'une façon précise la voie essentiellement scientifique qu'ils avaient suivie dans leurs études.

L'emploi des procédés les plus précis pour la mesure des températures élevées, les connaissances relatives aux constituants des aciers trempés, ont été les éléments essentiels de leur succès. Ce fait suffit à établir d'une façon bien nette le caractère scientifique de ces recherches. De plus les conditions d'emploi de ces aciers ont été déterminées par des recherches méthodiques d'une très grande étendue effectuées par M. Nicolson à Manchester (1) et par M. Demozay aux aciéries d'Unieux (2). Il y a là tout un ensemble de travaux qu'on ne saurait rapprocher des tâtonnements empiriques suivis dans d'autres circonstances.

On obtient par ces méthodes des aciers rapides qui peuvent pendant le travail s'échauffer presque au rouge, sans perdre leur qualité coupante. Grâce à cette propriété, on peut leur demander un travail beaucoup plus intense. Ils arrivent dans le même temps à enlever quatre ou cinq fois plus de métal que ne le faisaient les anciens outils et ils travaillent beaucoup plus longtemps sans demander un nouvel affûtage. Les conditions du travail dans les ateliers de construction se sont trouvées ainsi modifiées du tout au tout. Le forgeage des pièces n'est plus poussé aussi loin; il est plus économique de faire le dégrossissage au tour; le perçage des trous à la mèche est devenu aussi économique que le poinçonnage, en conservant de plus au métal une qualité bien supérieure. Mais tous ces résultats ne peuvent être complètement obtenus que par l'emploi de machines-outils beaucoup plus puissantes; là où l'on se contentait autrefois de tours de 4 à 5 chevaux, on arrive aujourd'hui à employer des tours absorbant jusqu'à 50 chevaux.

Nous terminerons l'étude des applications industrielles de la science en disant quelques mots des recherches tous les jours plus nombreuses faites sur la *fragilité* des aciers. Voilà plus de dix ans que ces études sont suivies en France d'une façon très régulière. La Société d'Encouragement a publié cette année, avec le concours des six grandes compagnies de chemins de fer français, un volume de 400 pages reproduisant les plus importantes des recherches faites jusqu'ici au sujet de l'emploi des barreaux entaillés pour l'essai au choc. Au nombre des études parues dans le courant de l'année sur cette méthode, on doit signaler avant tout un travail considérable de M. Fain, capitaine d'artillerie à Bourges, qui a montré comment la fragilité variait d'un point à l'autre d'un lingot d'acier soumis à des traitements thermiques déter-

(1) *Revue de Métallurgie*, I bis, 85-92 (1904).

(2) *Id.*, I, Mémoires, 361-389 et 419-437 (1904).

minés (1). La couche superficielle du métal présente toujours une qualité notablement supérieure à celles des parties intérieures. Il y a donc une très grande importance à ne faire subir le traitement thermique qu'aux pièces complètement finies et à ne pas se contenter de les découper dans des lingots ayant subi antérieurement leur traitement.

M. Pérot par une méthode photographique ingénieuse, a montré qu'au moment de la rupture des barreaux entaillés il n'y avait pas, comme quelques expériences antérieures semblaient l'indiquer, une surélévation notable de la limite élastique du métal (2).

Enfin, M. Frémont, en cherchant à rattacher la fragilité de l'acier à la différence entre ses deux limites élastiques à la traction et à la compression, a donné une très élégante méthode pour la mesure des limites élastiques, qui consiste à soumettre à la compression ou à la traction des éprouvettes en forme de pyramides dont une des faces a été polie. La partie déformée se chagrine à la surface et l'on reconnaît sans difficulté, pour un effort donné, quelle est la section de l'éprouvette correspondant à la limite élastique (3).

MM. Osmond, Frémont et Cartaud ont réussi à rattacher les propriétés de fragilité à certains modes de déformation particuliers du métal (4). Un cristal de fer peut éprouver des déformations de plusieurs natures différentes : des déformations banales se produisant dans toute la masse, comme dans un corps visqueux. Celles-ci comportent de très grands allongements avant la rupture et sont la caractéristique d'un métal non fragile. D'autres déformations se produisant au contraire suivant certains plans de clivage amènent la rupture immédiate. De très petits changements dans les propriétés du métal pourront donner une prééminence à l'un ou l'autre de ces modes de déformations et par suite faire passer un même métal de la catégorie des métaux fragiles à celle des métaux non fragiles et réciproquement.

L'ensemble des études faites sur cette question de l'emploi des barreaux entaillés pour caractériser la fragilité des métaux est aujourd'hui assez considérable pour que l'on puisse en tirer un parti réellement utile et dans un certain nombre d'usines les moutons de choc de MM. Frémont, Charpy et Guillery (5) sont aujourd'hui d'un usage courant.

Il est une autre sorte de fragilité du métal qui préoccupe depuis longtemps les ingénieurs, c'est celle de la *fragilité aux efforts alternatifs*. Depuis les premières recherches de Woelher, qui a signalé le fait en question, nos connaissances

(1) *Revue de Métallurgie*, I, Mémoires, 305-316 (1904).

(2) *Id.*, I, Mémoires, 287-291 (1904).

(3) *Id.*, I bis, 360-362 (1904).

(4) *Id.*, I, Mémoires, 41-45 (1904).

(5) Volume des *Essais de fragilité*, Société d'Encouragement.

n'ont guère progressé. Mais des efforts considérables sont faits actuellement dans cette direction et l'attention des ingénieurs, particulièrement en Angleterre, a été très sérieusement appelée sur ce sujet, comme en témoignent de nombreux articles de l'*Engineering*. Le professeur Arnold à Scheffield, M. Cosmo Johns dans les usines Vickers et surtout le National physical Laboratory ont entrepris une série d'études dont les résultats seront certainement très importants.

En France également, on commence à se préoccuper de cette question. M. Guillery a publié quelques recherches isolées tendant à montrer qu'il y a parallélisme entre la fragilité sur barreaux entaillés et la fragilité aux efforts alternatifs.

M. Mesnager vient d'organiser au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées tout un ensemble d'études sur cette question. Il est probable que dans un an d'ici elle aura fait des progrès sérieux.

Après avoir ainsi passé en revue des études d'un caractère plutôt scientifique faites en métallurgie, on abordera un certain nombre de perfectionnements d'ordre plus technique dont l'importance industrielle n'est pas moindre et pourra même sembler plus évidente en raison des applications immédiatement réalisées.

Compressions du coke. — Un progrès très sérieux a été réalisé depuis quelques années dans la fabrication du coke. En comprimant la houille par pilonnage avant de la soumettre à la distillation, on augmente considérablement la dureté et la compacité du coke. Il en résulte une économie très considérable dans la consommation du haut fourneau. On sait que tout le coke attaqué vers le sommet du haut fourneau par l'acide carbonique dégagé de la castine ou provenant de la réduction de l'oxyde de fer, est consommé en pure perte. Cette action de l'acide carbonique croît très vite avec la porosité et la friabilité du coke. Si le pilonnage permet d'augmenter la dureté du coke quand on conserve la même qualité de houille, il permet également, à dureté égale du coke, d'employer des houilles de qualité inférieure, moins riches en matières volatiles, donnant un rendement plus élevé en coke et par suite d'abaisser le prix de revient de sa fabrication.

Dessiccation de l'air. — Un des événements métallurgiques les plus importants de l'année a été l'annonce par M. Gayley d'une économie de 20 p. 100 de coke au haut fourneau, réalisée par la dessiccation de l'air. Si cette découverte a vivement frappé l'attention des ingénieurs métallurgistes, ils sont encore loin cependant d'être d'accord sur ses avantages économiques. L'économie de 20 p. 100 obtenue pendant les mois les plus humides de l'année ne donnerait qu'une moyenne de 10 p. 100 pour la totalité de l'année et, pour obtenir ce résultat, le coût de l'installation des machines frigorifiques, au moins d'après les renseignements incomplets que l'on possède jusqu'ici, se serait élevé à environ 600 000 francs. Il semble, il est vrai, que ce chiffre doit pouvoir être con-

sidérablement réduit. Le refroidissement de l'air entraîne une économie de force motrice du côté de la soufflerie qui compenserait exactement la force dépensée par les machines frigorifiques, mais ce résultat tient à ce que, aux États-Unis la pression du vent atteint et dépasse un atmosphère, en raison des productions énormes des hauts fourneaux et de la nature pulvérulente du minerai. Il faudrait en Europe, pour la dessiccation de l'air, prévoir un supplément important de dépense de force motrice.

Les résultats économiques obtenus par la dessiccation de l'air sont comparables à ceux que l'on obtient par son chauffage et leur raison d'être est la même. M. Johnson aux États-Unis, dans une étude actuellement à l'impression, émet l'avis qu'il serait peut-être aussi rationnel et plus économique de faire varier la température du vent avec son degré hygrométrique. On aurait ainsi, à beaucoup moins de frais, une régularité aussi grande que par la dessiccation.

Acier électrique. — La fabrication de l'acier au four électrique est également un événement métallurgique d'une grande importance. L'usine de La Praz fabrique couramment aujourd'hui des aciers à outils d'une qualité supérieure en partant de riblons et de fontes de nature quelconque. Le four électrique permet de réaliser un degré d'affinage et une régularité de qualité difficiles à obtenir autrement. Cependant le coût élevé de l'énergie électrique s'oppose à son emploi exclusif pour toute l'opération de l'affinage y compris la fusion en partant du métal froid. La marche rationnelle semble consister à commencer l'opération par un des procédés usuels et à ne demander au four électrique que son achèvement. L'introduction partielle des procédés d'affinage électrique dans les aciéries actuelles donnera le moyen de tirer plus complètement parti des gaz des hauts fourneaux restant encore disponibles.

On se préoccupe très vivement au Canada, où l'on dispose de forces hydrauliques considérables, de faire des essais industriels de fabrication en partant directement du minerai. Une commission officielle, nommée par le gouvernement, est venue étudier en Europe ce qui a été fait dans ce sens et elle a publié un volumineux rapport rendant compte des expériences auxquelles elle a assisté.

Laminoirs. — Le progrès le plus important dans l'élaboration mécanique des métaux concerne les laminoirs. Des essais de commandes électriques ont été faits avec succès (1). On reproche seulement à ce dispositif ses frais considérables de premier établissement. Pour suffire aux à-coups qui accompagnent la mise en prise du lingot, il faut des accumulateurs de puissance très importante. Dans l'ingénieux dispositif de Ilgner, on emploie un volant très lourd en

(1) *Revue de Métallurgie*, 1 bis, 248-252 (1904).

Tome 107. — Février 1905.

acier, tournant à grande vitesse, relié à une dynamo qui fonctionne alternativement comme réceptrice et comme motrice.

Il faut enfin mentionner la tendance de plus en plus générale à augmenter la puissance des laminoirs, tant comme dimensions des pièces produites que comme production dans l'unité de temps. Les laminoirs Morgan atteignent des productions de 1 500 tonnes par jour. Le laminoir Grey permet de fabriquer des fers à T de 70 centimètres de hauteur d'âme et de 30 centimètres de largeur d'aile (1).

Turbines à vapeur et moteurs à gaz de haut fourneau. — Les machines motrices sont dans une période de transformation très intéressante à suivre de près. L'emploi de l'électricité avec station centrale devient de plus en plus général dans l'industrie métallurgique aussi bien que dans les autres industries. Les turbines à vapeur sont aujourd'hui presque exclusivement employées pour la commande des dynamos. Dans les usines métallurgiques pourtant, les moteurs à gaz pauvre luttent avec avantage contre elles. Les hauts fourneaux donnent comme sous-produits un gaz combustible capable de fournir à très bon compte des quantités considérables d'énergie. Le principal obstacle, que rencontre l'emploi de ces gaz, tient à la présence des poussières dont on n'arrive que difficilement à se débarrasser et qui tendent à mettre rapidement hors de service les moteurs.

Les turbines à vapeur à basse pression ont également leur place tout indiquée dans les aciéries où les laminoirs sont encore commandés par des machines à vapeur à haute pression sans condensation. L'emploi des économiseurs de vapeur de M. Rateau permet de retirer des vapeurs d'échappement une source d'énergie presque équivalente à celle qui est dépensée dans la machine principale.

Galvanisation. — A côté de ces perfectionnements concernant des opérations qui mettent en jeu des appareils de très grande importance, il s'est produit une série de perfectionnements de détail dont quelques-uns méritent d'être mentionnés. Un nouveau procédé de galvanisation, la *sherardisation*, d'après le nom de son inventeur, permet d'obtenir des dépôts de zinc à des températures inférieures au point de fusion de ce métal. Des objets en fer, en cuivre, convenablement décapés et chauffés vers 350° dans la poussière de zinc, se recouvrent d'une couche mince et très uniforme de zinc métallique transportée par volatilisation. On obtient la régularité de la couche en plaçant les objets dans de grands cylindres tournants disposés comme des brûleurs à café. En raison de la basse température à laquelle se fait cette opération, il est possible de galvaniser des objets en acier trempé sans leur enlever leur résistance.

(1) *Revue de Métallurgie*, 1 bis, 279-281 (1904).

Bronzes de frottement. — Un progrès important dans la fabrication des bronzes des coussinets a été réalisé par M. Clamers (1). On savait depuis longtemps les avantages de la présence du plomb, mais l'introduction de ce métal en proportion un peu considérable était rendue très difficile par le phénomène de liquation. On peut éviter cette séparation en ajoutant 1 à 2 p. 100 de nickel, ce qui permet d'introduire de 30 à 40 p. 100 de plomb dans les bronzes. Des coussinets faits avec cet alliage sont déjà en service dans un certain nombre de compagnies de chemins de fer, où ils semblent faire un bon service.

Emploi de métaux. — Quelques nouvelles applications de métaux et d'alliages déjà connus ont été faites, ou plus exactement se sont développées dans le courant de l'année précédente. L'acier au manganèse de M. Hadfield devient d'un usage de plus en plus général pour les objets destinés à résister à des frottements et à des chocs, particulièrement dans la construction des broyeurs et pour le croisement des lignes de tramways.

Les aciers à faible teneur en nickel, moins fragiles que les aciers au carbone ordinaires et peu coûteux tant qu'ils ne renferment pas plus de 2 p. 100 de ce corps sont essayés par différentes compagnies de chemins de fer, notamment aux États-Unis, tant pour la fabrication des rails que pour certaines pièces de machines. Ils ont également été employés avec succès dans les forges pour la fabrication des cylindres de laminoir. On a essayé enfin pour les tubes de locomotives des aciers à 30 p. 100 de nickel qui semblent se corroder moins rapidement au contact de l'eau surchauffée.

Un dernier fait relatif aux aciers spéciaux, qui doit être mentionné en passant, se rattache à leur emploi de plus en plus général dans la construction des automobiles et prochainement, sans doute, dans la construction de toutes les pièces des machines. Les aciers au nickel et au chrome, inventés d'abord en vue des applications aux usages militaires, furent pendant longtemps réservés à cette seule fabrication. Ils avaient gardé certaines allures mystérieuses qui s'opposaient à leur emploi général par les constructeurs. Les nombreux services qu'ils ont rendus dans la construction des automobiles les ont fait sortir de cette situation particulière. Ils sont aujourd'hui vendus d'une façon courante par toutes les grandes usines métallurgiques.

L'emploi de l'aluminium se généralise de plus en plus. Sans parler de ses applications depuis longtemps connues dans la fabrication des automobiles, pour la confection des carters, on peut signaler le développement que l'emploi de ce métal pur ou allié à d'autres métaux, notamment au cuivre et au manganèse, a pris dans l'installation des conducteurs électriques. Il a sur le cuivre l'inconvénient de s'altérer plus rapidement, mais dans les usines américaines où

(1) *Revue de Métallurgie*, I bis, 144-147 (1904).

l'on admet que les installations doivent être refaites à peu près tous les cinq ans, cet inconvénient est sans importance.

Lampe électrique au tantale. — Un métal rare, le tantale, vient de recevoir une application intéressante à la confection des lampes à incandescence. Ce mode d'éclairage lancé depuis peu par la maison Siemens et Halske n'a pas encore fait ses preuves. Il est néanmoins intéressant de voir que depuis quelque temps les métaux les plus rares, et que l'on pensait ne devoir jamais comporter d'applications pratiques, deviennent tout d'un coup d'un usage industriel.

Pour être complet, il faudrait, à côté des questions techniques proprement dites, mentionner quelques phénomènes d'ordre économique importants, mais cela serait peut-être s'éloigner un peu trop de notre sujet. On signalera seulement en passant les trois faits suivants :

Le développement tous les jours plus actif des trusts et cartels aux États-Unis et en Allemagne, combinés dans ce dernier pays avec le système de *Dumping* ou primes à l'exportation.

En Angleterre, dans le même ordre d'idées, l'événement capital a été la publication du rapport de la Tariff Commission de Chamberlain. Ce pays, après avoir eu une situation industrielle prépondérante et avoir exporté ses produits dans le monde entier, a vu son exportation limitée par le développement de l'industrie allemande et américaine et est obligé aujourd'hui, pour défendre son marché intérieur, de renoncer à sa politique traditionnelle du libre-échange et pense à se protéger par des droits semblables à ceux que d'autres nations ont depuis longtemps établis.

Enfin, on doit signaler avec beaucoup d'éloges la généreuse initiative prise par un riche industriel anglais, M. Mosely, d'envoyer à ses frais aux États-Unis deux missions composées, l'une d'ingénieurs et d'ouvriers, de secrétaires des trade-unions ; l'autre de professeurs et de membres de l'administration pour aller étudier l'organisation du travail aux États-Unis et le rôle que joue dans les progrès de son industrie le développement tous les jours plus grand de l'instruction.

Pour conclure, si l'on veut chercher à mettre en relief l'un des points les plus essentiels du développement industriel actuel, il faut mentionner avant tout la tendance de plus en plus générale à augmenter la puissance de production des appareils et des usines. L'accélération tous les jours plus grande de la marche des hauts fourneaux, la puissance plus rapidement développée encore des laminoirs, enfin l'emploi des aciers rapides dans la construction, créent une situation particulière qui, à côté d'avantages considérables en tant qu'abaissement du prix de revient, donne lieu à des difficultés économiques très graves

qui sont encore loin d'être résolues. L'augmentation de la capacité de production des usines actuelle tend à amener, indépendamment de l'augmentation du nombre de ces usines, une surproduction. Cette situation justifie les tentatives faites pour amener des ententes entre producteurs, n'ayant pas pour but de relever les prix, mais seulement de les empêcher de s'avilir au-dessous d'une limite inférieure qui ne saurait être atteinte sans entraîner, à plus ou moins bref délai, la fermeture d'un certain nombre d'usines disposant de réserves financières moins importantes.

H. LE CHATELIER.

ARTS MÉCANIQUES

EXPÉRIENCES SUR LE TRAVAIL DES MACHINES-OUTILS

Par **M. Codron**, *lauréat de la Société d'Encouragement* (Suite) (1).

Une foreuse ordinaire, modèle Barnes, arbre de 40 millimètres de diamètre commandé par un seul couple de roues coniques à petite denture a donné :

Nombre de tours par minute.	$n =$	38	66	116	220
Volts.	$V =$	113	113	113	112
Ampères.	$A =$	8,3	8,5	9	10
Watts totaux.	$W' =$	938	961	1017	1120
Watts afférents à la foreuse.	$W =$	30	53	109	212
Watts par tour relatifs à W .	$W_1 =$	47,5	48,5	56,5	58

Les transmissions seules exigeaient : $113,5 \times 8 = 908$ watts à déduire de W_1 pour obtenir W .

Les valeurs de W_1 sont un peu inférieures à celles de la foreuse Sculfort, deuxième régime, pour des nombres de tours correspondants.

*Foreuse radiale modèle de « Deutsche Nileswerke » à commande par dynamo.
Exposition internationale de Lille 1902 (2).*

Cette foreuse était actionnée par une dynamo de la Française électrique de 9 ampères 220 volts, soit 2 kilowatts, avec réducteur de vitesse à galet de friction et couronne intérieure.

Rayon maximum du bras radial : 1^m,750 ;

Diamètre de l'arbre porte-foret, 70 millimètres ;

Le voltage s'est maintenu constant et égal à 238 volts ;

Dynamo et réducteur de vitesse seuls, 2,5 ampères ;

A blanc petites vitesses.

(1) M. Langlois, le représentant de la maison de « Deutsche Nileswerke » s'est très obligeamment prêté à faire ces essais ainsi que d'autres sur deux tours. Nous lui en exprimons nos vifs remerciements.

(2) Voir les *Bulletins* de janvier, avril, juin, août, septembre 1903 et novembre 1904.

Nombre de tours par minute.	7	41	47	27
Ampères.	2,9	3,3	3,5	3,8
Énergie en watts.	692	788	833	906,0
— en kilogrammètres.	70	80	85	92
— par tour de l'arbre.	600	435	300	205
Nombre de tours par minute.	41	65	100	160
Ampères.	3,5	3,7	4,3	5,2
Énergie en watts.	835	881	1 024	1 240
— en kilogrammètres.	85	98	104	126
— par tour de l'arbre.	124	83	62,4	47,4

Sur la fig. 1567 les courbes A et B représentent la variation des ampères : les courbes C et D celle des énergies par tour de l'arbre porte-foret.

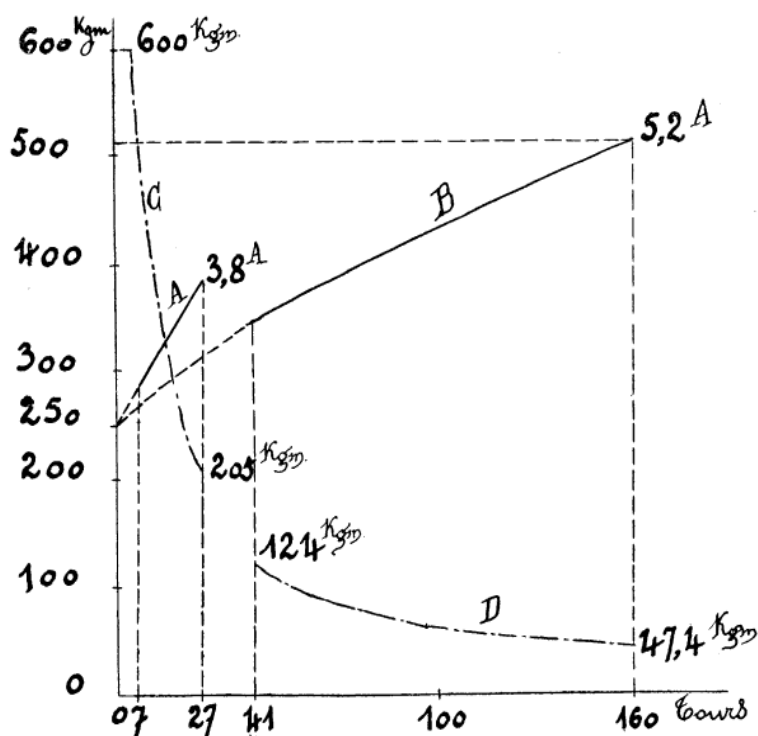


Fig. 1567. — Essais à vide d'une foreuse radiale, modèle de *Deutsche Nilesverke*.

Trou dans du fer avec un foret hélicoïdal de 55 millimètres de diamètre, à raison de 17 tours par minute sous avance de 0,1 millimètres. Volts : 238. ampères, 5,8; watts : 1 309; kilogrammètres : 133 volume enlevé par seconde :

$$\frac{3,14 \times 55^2 \times 0,1 \times 17}{4 \times 60} = 67 \text{ mm}^3.$$

Énergie brute par millim. cube.

$$\frac{133}{67} = 1,98 \text{ kgm.}$$

Énergie déduction de la marche à vide

$$\frac{133 - 85}{67} = 0,71 \text{ kgm.}$$

Le rendement K'' de la foreuse, pour le travail utile, étant supposé de 0,70, p. 100, l'énergie nette de forage, par millimètre cube est de :

$$\tau_1' = 0,71 \times 0,70 = 0,497$$

et, par gramme de métal de

$$\tau_1 = \frac{497}{7,8} = 63 \text{ kgm.}$$

Le rendement général de l'opération ressortirait à

$$\frac{0,497}{1,98} = 0,25.$$

Le diamètre maximum du foret prévu pour cette machine est 70 millimètres.

Foreuse radiale à commande par dynamo et vis sans fin.

Chaudronnerie de M. Crépelle-Fontaine (La Madeleine-lez-Lille) (1).

Cette foreuse, actionnée par une dynamo Henrion de 110 volts 20 ampères, soit 2,25 poncelets, est à commande directe par vis sans fin et roue correspondante montée sur l'arbre porte-foret ou par l'intermédiaire d'un harnais d'engrenages comprenant deux couples de roues cylindriques.

La dynamo est solidaire du chariot porte-foret qui se déplace horizontalement sur le bras radial. Les caractéristiques sont :

Diamètre de l'arbre porte-foret.	60 mm.
Diamètre de la vis sans fin en acier.	60 mm.
Pas de la vis à un filet.	34 ^{mm} ,4
Nombre de dents de la roue en bronze phosphoreux. . . .	15
Diamètre primitif de la roue.	150 mm.

Ces organes fonctionnent depuis sept années sans accuser grande usure.

La poulie du frein était montée sur l'arbre porte-foret.

(1) Foreuse combinée par M. Pierre, directeur de la chaudronnerie, qui a coopéré à ces essais avec la plus grande obligeance, ce dont nous le remercions vivement, de même que M. Crépelle-Fontaine, qui a mis le plus grand empressement à nous autoriser l'entrée de ses ateliers.

Marche à faible vitesse avec le harnais :

Nombre de tours de l'arbre porte-foret par minute.	25 volts.
Diamètre de la poulie du frein, compris corde.	0,206
Énergie utile par seconde.	$\tau_u = \frac{3,14 \times 0,206 \times 25 \times P}{60} = 0,27 P$
Le voltage relevé à la génératrice ne s'est pas écarté de.	114 volts.
Pour : P =	0 50 100 150 200 300 400 500 kg.
Ampères	1,5 3,5 5,5 7,4 9,3 13 17 20,5
Watts.	171 400 625 842 1060 1480 1940 2430
τ_m	17,4 40,8 63,8 86 108 151 198 247 kgm.
τ_u	0 13,5 27 40,5 54 81 108 135 kgm.
$K = \frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0 0,33 0,52 0,47 0,50 0,53 0,54 0,55

Sous l'effort P de 500 kil., soit avec un moment de : $500 \times 103 = 51\,500$ kgm., un foret hélicoïdal peut percer, dans du fer, un trou de 55 millimètres de diamètre.

sous avance de 5 millimètres, en adoptant :

$$R_i = 250 + \frac{10}{0,5} = 270 \text{ kg.}$$

Le diamètre se déduit de la relation :

$$d = \sqrt{\frac{8 M_r}{a R_i}} = \sqrt{\frac{8 \times 51\,500}{0,5 \times 270}} = 55 \text{ mm.}$$

La fatigue de torsion de l'arbre porte-foret de 60 millimètres de diamètre serait :

$$H_i = \frac{16 M_r}{\pi d^3} = \frac{16 \times 51\,500}{3,14 \times 60^3} = 1,24 \text{ kg.}$$

Marche à grande vitesse sans le harnais. — Dans ce cas, le nombre de tours par minute était de 205

Le travail utile par seconde est de

$$\tau_u = \frac{3,14 \times 0,206 \times 105}{60} P = 1,13 P.$$

Pour :

P =	0	50	100	150 kg.
Ampères.	2,5	10,6	17,5	24
Watts.	285	1200	2000	2734 kgm.
τ_m	29	122	204	278 kgm.
τ_u	0	56,5	113	169,5 kgm.
$K = \frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0	0,46	0,55	0,61

Les diagrammes fig. 1568 se rapportent à ces deux séries d'essais. Le rende-

ment est sensiblement plus élevé dans la marche à grande vitesse que dans celle à petite vitesse.

Sous le même effort tangentiel $P = 150$ kg., l'énergie dépensée par tour est de

$$\frac{\tau_m \times 60}{25} = \frac{86 \times 60}{25} = 207 \text{ kgm.}$$

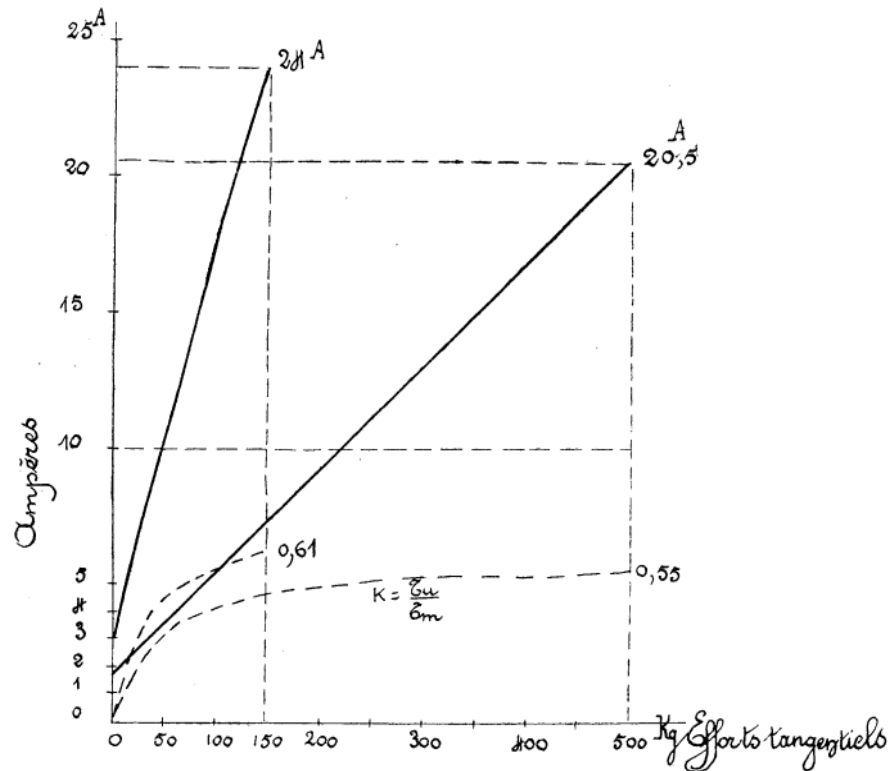


Fig. 1568. — Essais au frein d'une foreuse radiale actionnée par dynamo.
(Chaudronnerie de M. Crepelle-Fontaine, La Madeleine lez-Lille).

à raison de 25 et 105 tours par minute :

$$\frac{\tau_m \times 60}{105} = \frac{278 \times 60}{105} = 158 \text{ kgm.}$$

Un élément des plus intéressants est le rendement du mécanisme avec vis sans fin seule, c'est-à-dire sans le harnais. Même en comprenant la dynamo, le rendement s'élève à 0,61.

Si l'on déduit la résistance de la dynamo à vide : 29 kgm., et sans tenir compte

du rendement de la dynamo elle-même, celui des autres organes atteint avec l'effort $P = 150$ kg., la valeur :

$$\frac{169,5}{278 - 29} = \frac{169,5}{249} = 0,68.$$

On table rarement sur un coefficient aussi élevé pour le mécanisme vis sans fin et roue d'engrenage.

C'est en particulier cet élément qui nous a engagé à faire l'essai de cette foreuse; il fait ressortir que ce mécanisme devrait être couramment adopté pour les réductions des vitesses des dynamos actionnant directement les machines-outils.

Sa grande douceur de marche devrait aussi le faire rechercher.

*Foreuse mobile du modèle de la Compagnie générale électrique de Nancy.
Chaudronnerie de M. Crépelle-Fontaine (la Madeleine-lez-Lille).*

Cette foreuse, actionnée par une dynamo de 120 volts 10 ampères, à 1 620 tours, comprend un couple de roues cylindriques et un couple de roues coniques avec câble flexible de 3 mètres de longueur.

Diamètre de l'arbre porte-foret 35 millimètres.

Diamètre de la poulie montée sur l'arbre, compris corde 210, millimètres.

Nombre de tours de l'arbre par minute 70.

Travail utile :

$$\tau_u = \frac{0,210 \times 3,14 \times 70 \times P}{60} = 0,77 P.$$

Rendement :

$$K = \frac{\tau_u}{\tau_{ml}} = \frac{0,77 P}{\tau_m}.$$

Le voltage lu à la génératrice est resté constant et égal à 105 volts.

Pour :

Pour : P =	0	10	20	40	60	80	100 kg.
Ampères.	2	3,4	4,5	6,3	8	9,7	11,3
Watts	210	357	472,5	661,5	840	1018	1186
Kilogrammètres . .	21,4	36,5	48	67,5	85,5	104	120,5
τ_u	0	7,7	15,4	30,8	46,2	61,6	77
K	0	0,21	0,32	0,455	0,54	0,59	0,64

La fig. 1569 indique en ordonnées les valeurs des ampères et celles du coefficient de rendement K, les abscisses étant les efforts P.

L'effort P de 100 kg., donnant un moment de $100 \times 103 = 10500$ kgmm,

correspondrait au travail d'un foret hélicoïdal de 35 millimètres de diamètre opérant dans du fer sous avance de 0^{mm},25.

On peut prendre :

$$R_1 = 250 + \frac{10}{a} = 250 + \frac{10}{0,25} = 290 \text{ kg.}$$

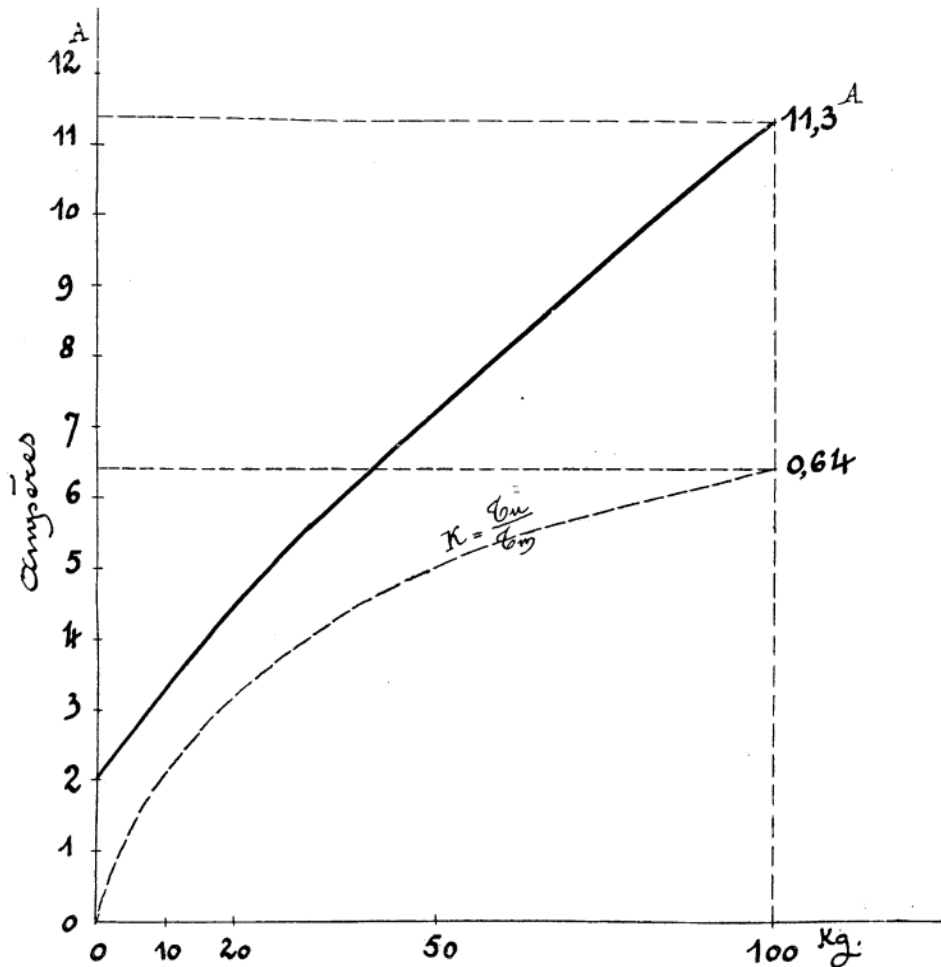


Fig. 1369. — Essais de rendement d'une foreuse mobile.

et déduire le diamètre de la relation :

$$d = \sqrt{\frac{8 M_r}{a R_1}} = \sqrt{\frac{8 \times 10\,500}{0,25 \times 290}} = 35 \text{ mm.}$$

Le diamètre de l'arbre porte-foret étant de 35 millimètres, il subit une fatigue de torsion sous le moment 10 500 kgmm., égale à :

$$R_t = \frac{16 M_r}{\pi d^3} = \frac{16 \times 10\,500}{3,14 \times 35^3} = 1,26 \text{ kg.}$$

Foreuse électrique mobile. Modèle GMAC (400 watts) de la Société anonyme : Électricité et électromécanique.

Nous avons, en premier lieu, recherché le rendement de la foreuse avec un

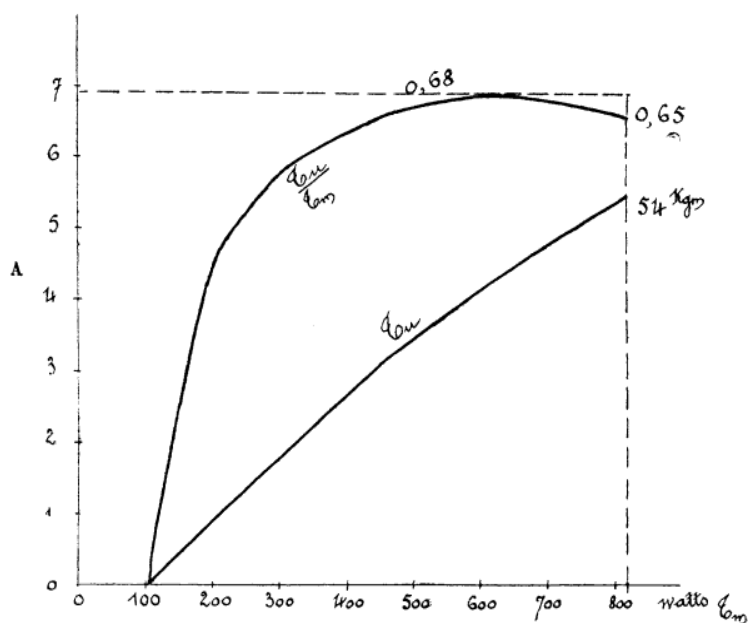


Fig. 1370. — Rendement d'une foreuse électrique. — Modèle GMG, 400 watts, 110 volts.

frein à corde. Nous avons obtenu les valeurs suivantes rapportées en diagramme fig. 1370.

Effort tangentiel. P	Ampères. A	Watts. W	Kgm.	τ_u	$\frac{\tau_u}{\tau_{pe}}$
0	0,9	112	11,4	0	0
5	1,3	162	16,5	4,5	0,274
10	1,6	198	20,2	9	0,445
15	2	248	25,3	13,5	0,534
20	2,5	310	31,6	18	0,57
30	3,3	410	42	27	0,648
40	4,3	535	54,5	36	0,662
50	5,3	658	67	45	0,672
60	6,6	820	83,5	54	0,65

Le voltage était de 124 volts; la poulie du frein avait un diamètre, compris corde, de : 190 millimètres; le nombre de tours en marche était en moyenne de 90.

On a :

$$\tau_u = \frac{3,14 \times 0,190 \times 90}{60} P = 0,90 P$$

$$\tau_m = \frac{124}{9,81} A = 12,64 A$$

$$K = \frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{0,90}{12,64} = 0,0712 \frac{P}{A}.$$

Notons que le rendement maximum 0,68 d'une petite foreuse électrique de ce genre est élevé.

Forage de fonte douce. — Nous avons opéré sous pression constante prolongée en plaçant la pièce sur une bascule et en produisant la pression sur

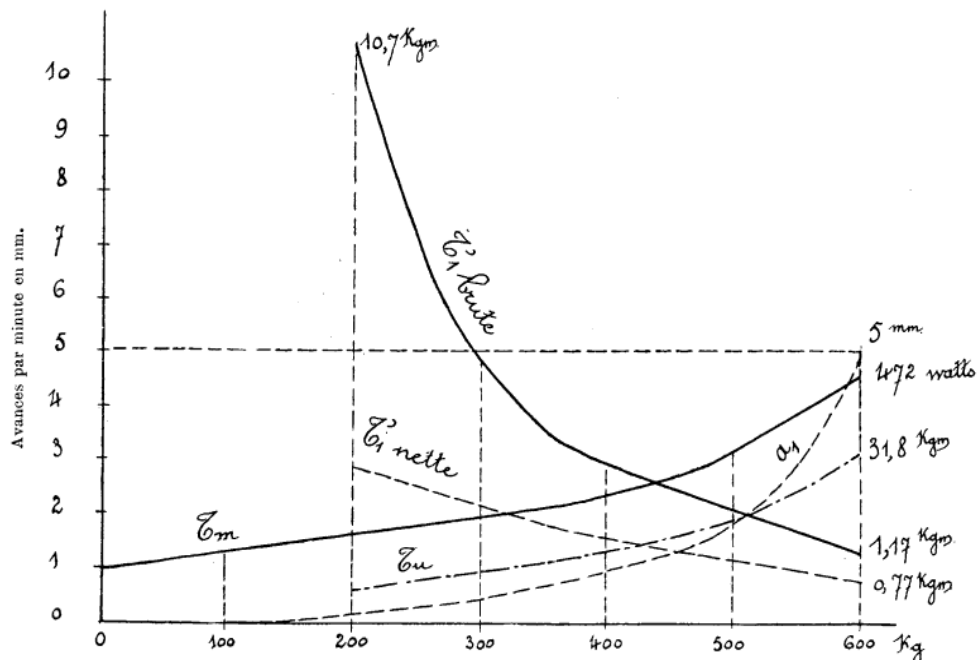


Fig. 1571. — Foreuse électrique mobile, modèle GMAG (400 watts) de la Société anonyme « Electricité et électromécanique ».

Forage de fonte douce sous pression constante prolongée $d = 25$ mm.

l'ensemble de la machine avec le monte et baisse d'une foreuse ordinaire, ce qui facilitait la marche des opérations.

Un foret hélicoïdal de 25 millimètres de diamètre, extrémité non appointée, a donné les valeurs ci-après et les diagrammes fig. 1371.

Pression. P	Avance par minute. a_1	Avance partour. a	Volume par seconde. en mm^3 .	Puissance τ_m		$\frac{\tau_u}{\tau_m}$	τ_u Kgm.	τ_1' brute. Kgm.	τ_1' nette. Kgm.	R_1 Kg.
				en watts.	en kgm.					
0	0	0	0	99	10,4	0	0	»	»	»
100	0	0	0	132	13,4	0	0	»	»	»
200	0,2	0,0025	1,64	165	16,8	0,27	6,2	10,7	2,9	2 900
300	0,3	0,0062	4,1	198	20	0,43	9	4,9	2,2	2 200
400	1	0,0125	8,2	233	23,9	0,53	12,6	2,91	1,54	1 540
500	1,8	0,0225	14,8	321	32,8	0,58	19	2,17	1,26	1 260
600	3	0,0625	41	472	48	0,66	31,8	1,17	0,77	770

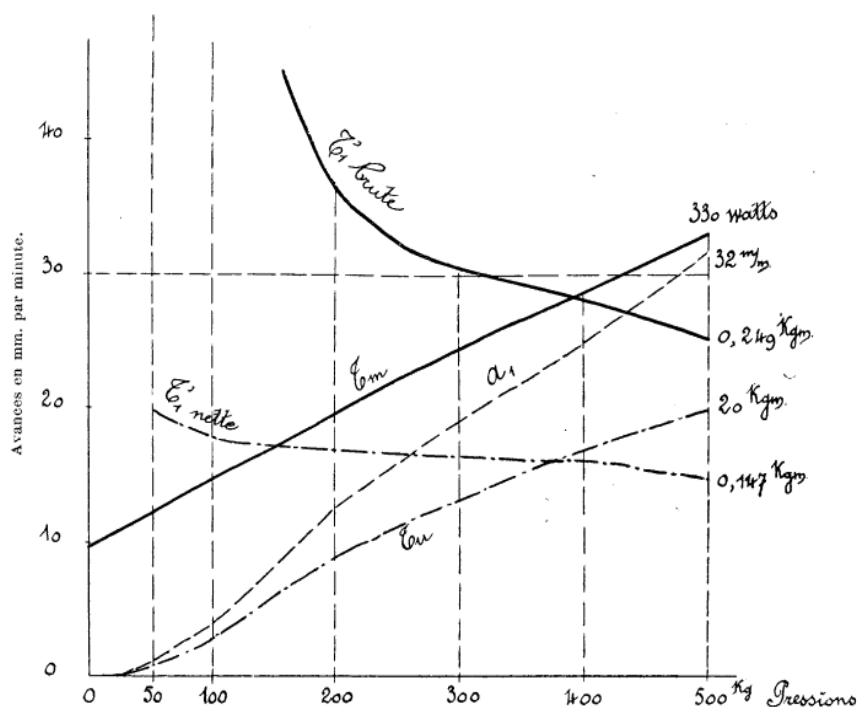


Fig. 1372. — Forage électrique mobile.
Forage de fonte douce sous pression constante prolongée $d = 18$ mm.

Le nombre de tours était de 80 ; à 100 kg. de pression, le foret n'attaquait pas ; à 600 kg., l'avance était de 3 millimètres par minute, soit de $0^{\text{mm}},0625$ par tour ; la dynamo marchait à 472 watts, c'est-à-dire au-dessus de la limite de puissance indiquée (400 watts).

En augmentant encore la pression pendant une courte durée, le calage de la

dynamo se produisit à 10 ampères 110 volts, soit pour 1100 watts sans déterminer de détérioration.

Les avances obtenues étant très petites, les coefficients d'énergie τ_1' et de résistance de coupe R_1 sont excessivement élevés.

Pratiquement, avec un foret de 25 millimètres, il faut développer une pression supérieure à 500 kg., pour obtenir une avance par minute acceptable.

Un foret de 18 millimètres de diamètre, appointé et bien en dépouille, a déterminé une avance de 32 millimètres par minute sous la pression de 500 kg., soit une avance de 0,375 par tour, en n'exigeant que 330 watts.

Ce foret, à partir de 300 kg., donnait des copeaux contournés.

Les éléments relatifs au foret de 18 millimètres sont graphiqués en fig. 1572; leurs valeurs sont :

Pression.	Avance par minute.	Avance par tour.	Volume par seconde en mm ³ .	Puissance τ_m		$\frac{\tau_u}{\tau_m}$	τ_u Kgm.	τ brute. Kgm.	τ_1' nette. Kgm.	R_1 Kg.
				en watts.	en kgm.					
0	0	0	0	99	10,1	0	0	»	»	»
50	1,5	0,0175	6,35	121	12,3	0,40	1,23	1,94	0,198	198
100	4	0,047	16,96	143	14,7	0,203	3	0,870	0,177	177
200	13	0,153	55	198	20	0,445	8,9	0,363	0,168	168
300	19	0,223	80,6	242	24,7	0,53	13,1	0,305	0,163	163
400	25	0,294	106	286	30,4	0,56	17	0,285	0,160	160
500	32	0,375	136	330	33,7	0,59	20	0,249	0,147	147
Nombre de tours moyen par minute.										85

Dans ces deux séries d'essais, les avances par tour sont très petites pour le foret de 25 millimètres, tandis qu'elles sont accentuées pour celui de 18 millimètres avec les pressions à partir de 200 kg.

Les coefficients d'énergie nette τ_1' sont par suite des plus élevés pour le premier comparativement à ceux du second.

Si le foret de 25 millimètres eût été appointé, il n'est pas douteux que les avances eussent été plus prononcées de beaucoup; et plus voisines de celles obtenues dans nos essais antérieurs avec un foret de 25 remplissant cette condition.

Forage de fer doux. Le même foret de 18 millimètres, opérant dans du fer doux, a donné les résultats ci-dessous graphiqués (fig. 1573).

Pression.	Avance par minute.	Avance par tour.	Volume par seconde. en mm ³ .	Puissance τ_m		$\frac{\tau_u}{\tau_m}$	τ_u Kgm.	τ_1' brute. Kgm.	τ_1' nette. Kgm.	R_1 Kg.
				en watts.	en kgm.					
0	0	0	0	102	10,4	0	0	»	»	»
100	2	0,0235	8,48	146	14,8	0,230	3,4	1,74	0,410	410
200	9,5	0,11	40,3	202	20,5	0,45	9,2	0,511	0,230	230
300	24	0,28	102	280	28,5	0,56	16	0,280	0,158	158
400	30	0,35	127	336	34,2	0,59	20,2	0,270	0,159	159
500	36	0,42	152	393	40	0,64	25,6	0,264	0,158	158
Nombre de tours moyen par minute.										85

Les avances ont été un peu plus accentuées que dans la fonte pour les pressions à partir de 300 kg.; le foret s'engageait donc plus facilement, donnant des copeaux bien coupés.

Les valeurs des coefficients d'énergie nette dénotent une faible résistance du métal, des tranchants coupant bien.

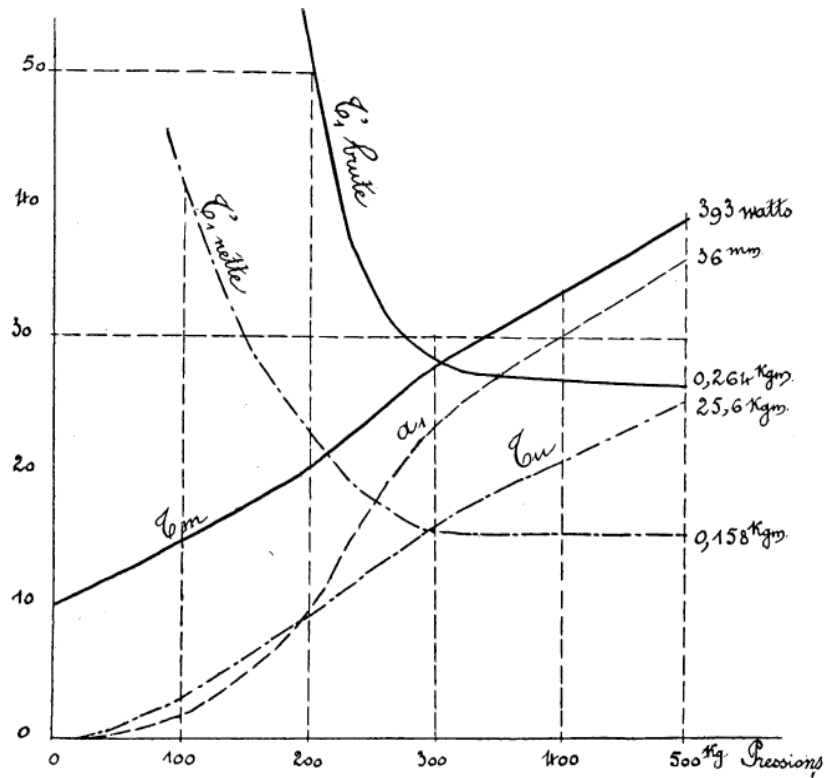


Fig. 1373. — Foreuse électrique mobile.
Forage de fer doux sous pression constante prolongée. $d = 18$ mm.

A 500 kg., l'avance était de 36 millimètres par minute, soit par tour, à raison de 85 par minute, une avance de 0,42.

Dans ces modèles de foreuses électriques mobiles, l'avancement étant un point essentiel, il importe d'appointer les forets.

On constate que l'on peut opérer dans d'excellentes conditions lorsque le diamètre du foret n'est pas trop grand par rapport à la puissance disponible; règle d'ailleurs générale pour toutes les foreuses indistinctement.

Aujourd'hui que les méthodes de travail des grosses pièces se transforment par la fixité de la pièce et la mobilité de la machine-outil, ces foreuses se

construisent pour le forage de trous de 50 millimètres avec dynamo de 2 chevaux tournant entre 750 et 1000 tours à volonté (arbre-porte-outil : 30 à 40 tours, avance de 0^{mm},125 par tour dans l'acier machine); nul doute que leur puissance sera encore augmentée pour satisfaire à toutes les exigences du forage rapide. Il en est de même pour les foreuses à air comprimé, des plus avantageuses lorsque l'atelier est pourvu de cet air. C'est ainsi que l'on construit des modèles dont les caractéristiques sont :

Poids de la machine.	Nombre de tours par minute.	Diamètre maximum dans l'acier doux avec pression d'air de 5 ^k ,5 par cent ² .
29	150	75 mm.
14	210	60 mm.
9	275	30 mm.
4	750 à 1200	15 mm.

Foreuse grand modèle des ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}, constructeurs à Lille, actionnée par dynamo de 3 000 watts.

Arbre porte-foret horizontal de 100 millimètres de diamètre.

Cette foreuse opérant jusqu'à sur 100 millimètres de diamètre et plus, est à bâti montant mobile sur plate-forme. La tête est mobile verticalement sur longue course. Elle est actionnée par une dynamo Henneon de 3 000 watts $\times$ 110 à 125 volts, marche normale à 800 tours par minute.

L'arbre porte-foret peut marcher à 10 vitesses de régime par le changement de la courroie des cônes-poulies à cinq étages, combiné avec un harnais d'engrenages cylindriques à deux couples distincts dont le rapport des nombres de dents diffère.

Un rhéostat d'excitation, modifiant la valeur de champ, permet de modifier ces 10 vitesses à volonté en portant le nombre de tours de la dynamo jusqu'à 1 100 tours. Les vitesses accélérées de cette manière ne sont utilisées que pour le forage des trous de petit diamètre. Dans ce cas, la vitesse maximum de l'arbre est de 90 tours par minute.

Il existe six intermédiaires dont la courroie de la dynamo 110 $\times$ 5 et ses poulies, la courroie des cônes-poulies et lesdits cônes, 1 couple d'engrenages cylindriques, 3 couples d'engrenages coniques. L'arbre peut tourner à volonté dans les deux sens.

Marche à vide. — Nous avons considéré : 1^o la marche dite de premier régime, avec les cinq vitesses réduites; 2^o celle de deuxième régime avec les cinq vitesses dites moyennes; 3^o la marche accélérée, mais seulement pour les vitesses maxima réglées par les positions de la touche du rhéostat d'excitation.

Le voltage est resté sensiblement égal à 115 volts. Nous avons relevé les lectures à l'ampèremètre pour chaque vitesse de chaque régime considéré.

Les nombres de tours étant rapportés à une minute, les énergies dépensées

par seconde, en watts, ont été multipliées par 60 pour ensuite rapporter les produits à un tour de l'arbre porte-foret, soit :

si W_1 sont les watts par seconde, W les watts par tour, n les nombres de tours de l'arbre par minute :

$$W_1 = \frac{W \times 60}{n} = \frac{V \times A \times 60}{n} = 115 \times 60 \frac{A}{n} = 6900 \frac{A}{n}$$

(V volts; A ampères.)

		Watts par			
	Tours.	Ampères.	seconde.	minute.	tour.
1 ^{er} régime.	5	6	690	41 400	8 280
	6,5	6,2	713	42 780	6 580
	9	7	805	48 300	5 366
	14	8	920	55 200	3 943
	20	9	1 035	62 100	3 105
2 ^e régime.	12	7	805	48 300	4 040
	16	7,6	874	52 440	3 274
	22	8,1	931	55 860	2 540
	34	9,7	1 115	66 900	1 967
	48	11	1 265	76 100	1 590
3 ^e régime.	60	14	1 610	96 500	1 610
	75	17,2	1 980	119 000	1 590
	90	20	2 300	138 400	1 550

Les valeurs des ampères A et des watts W_1 , par tour de l'arbre porte-foret, ont été portées en ordonnées en fig. 1574; les abscisses sont les nombres de tours par minute, de l'arbre.

Si, dans les limites de ces essais, on admet que la variation des A, pour chaque régime, peut être exprimée par la formule

$$A = C + Kn$$

on en déduit :

$$W_1 = \frac{6900}{n} (C + Kn) = \frac{6900 C}{n} + 6900 K.$$

Ici encore, c'est la constante C qui influe sur la variation des énergies dépensées W_1 par tour; elles donnent trois portions de courbes hyperboliques dont celles relatives aux vitesses de premier régime et de troisième se raccorderaient assez bien. Les vitesses de deuxième régime sont les plus favorables. Dans la marche à vide, ce sont évidemment les plus grands nombres de tours par minute qui exigent le plus d'énergie totale par seconde.

C'est ainsi, qu'à 90 tours, il faut 20 ampères, tandis qu'il ne faut que 6 ampères à 5 tours par minute.

Mais, par tour de foret, élément qui caractérise la comparaison, c'est le plus grand nombre de tours qui est le plus avantageux : à 90 tours, il faut 1 150 watts par tour, tandis qu'à la vitesse de 5 tours, il faut 8 280 watts.

Essais de rendement. — Sur l'arbre de la foreuse, une poulie de 0^m,800 de diamètre a été montée, et nous avons opéré avec un frein dont la corde avait 0^m,020 de diamètre.

Nous avons limité ces essais aux vitesses minimum et maximum des deux régimes ordinaires et aux vitesses qui correspondent à 60 tours et à 90 tours par minute pour la marche accélérée par le rhéostat de champ. Pour les vitesses

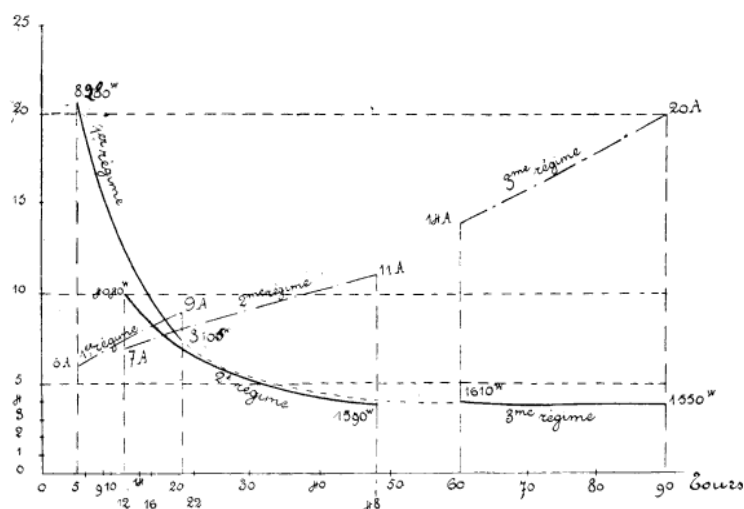


Fig. 1574. — Foreuse à arbre horizontal, grand modèle des ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}.
Diamètre de l'arbre porte-forêt = 100 mm.
Marche à vide à différentes vitesses.

intermédiaires, on peut, sans grand écart, admettre des valeurs proportionnelles. Dans chaque série d'essais, nous avons fait varier l'énergie en faisant croître, puis décroître les efforts tangentiels à la poulie, efforts mesurés par un ou deux dynamomètres jusqu'à la limite de puissance de la dynamo (30 ampères) ou jusqu'à ce que la courroie des cônes-poulies glissait.

Les résultats relevés et ceux calculés sont les suivants :

1 ^{er} RÉGIME, PLUS PETITE VITESSE CORRESPONDANT A 5 TOURS DE L'ARBRE PAR MINUTE						
Efforts tangentiels.	Volts.	Ampères.	Watts.	τ_m en kgm.	τ_u en kgm.	$\frac{\tau_u}{\tau_m}$
0	110	6	660	67	0	0
50	110	7,5	825	84	10,7	0,127
100	110	9	990	102	21,4	0,21
200	109	12	1 308	133	42,9	0,32
300	109	15	1 633	166	64,4	0,39
400	108	18	1 944	198	85,8	0,43
500	107	21	2 247	227	107,3	0,47
600	106	24	2 544	257	128,7	0,50
700	106	27	2 862	290	150,1	0,52

1^{er} RÉGIME, PLUS GRANDE VITESSE CORRESPONDANT A 20 TOURS DE L'ARBRE PAR MINUTE

0	108	9	972	100	0	0
50	108	13,5	1 460	150	42,9	0,287
100	107	18,5	1 980	204	83,8	0,42
150	107	23,5	2 510	255	128,7	0,51
200	106	28,5	3 040	305	171,6	0,56
250	106	32	3 400	346	214,5	0,62

2^e RÉGIME, PLUS PETITE VITESSE CORRESPONDANT A 12 TOURS PAR MINUTE

0	108	7,5	810	82	0	0
50	108	10	1 080	110	25,74	0,234
100	107	14	1 408	153	51,48	0,335
150	107	17,5	1 872	190	77,22	0,407
200	106	21	2 226	225	102,96	0,457
250	106	24	2 564	261	128,70	0,493
300	105	27	2 835	288	154,44	0,536
340	105	30	3 150	321	175,03	0,548

2^e RÉGIME, PLUS GRANDE VITESSE CORRESPONDANT A 48 TOURS PAR MINUTE

0	110	12	1 320	134	0	0
10	110	14,5	1 595	162	20,59	0,127
20	109	17	1 853	188	41,18	0,220
30	109	19,5	2 125	215	61,77	0,286
40	109	22	2 398	238	82,37	0,345
50	108	24	2 592	264	102,96	0,390
60	108	26	2 808	285	123,55	0,430
70	108	28	3 024	308	144,14	0,475
80	107	30	3 210	328	164,73	0,500

3^e RÉGIME OU VITESSE ACCÉLÉRÉE DU 2^e RÉGIME CORRESPONDANT A 60 TOURS PAR MINUTE

0	108	13,5	1 458	143	0	0
10	108	16,5	1 782	181	25,74	0,162
20	107	20	2 140	217	51,48	0,238
30	107	24	2 568	260	77,22	0,298
40	106	27	2 862	290	102,96	0,355
50	106	30	3 180	323	128,70	0,400

3^e RÉGIME OU VITESSE ACCÉLÉRÉE DU 2^e RÉGIME CORRESPONDANT A 90 TOURS PAR MINUTE

0	108	20	2 160	220	0	0
10	107	25	2 675	270	38,61	0,142
20	106	30	3 180	323	77,22	0,240

La fig. 1575 indique les variations de l'énergie dépensée τ_m et celles du rendement $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ en prenant pour abscisses les valeurs de l'énergie τ_m tangentielle ou utile τ_u par seconde.

Le rendement le plus élevé correspond à la marche de 20 tours, premier régime à partir de l'énergie utile de 100 kilogrammètres. Au-dessous de cette valeur, c'est la plus petite vitesse, marche à 5 tours par minute, qui accuse les

valeurs $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ les plus élevées, tout en ne s'écartant pas beaucoup des valeurs afférentes à la marche à raison de 20 tours par minute.

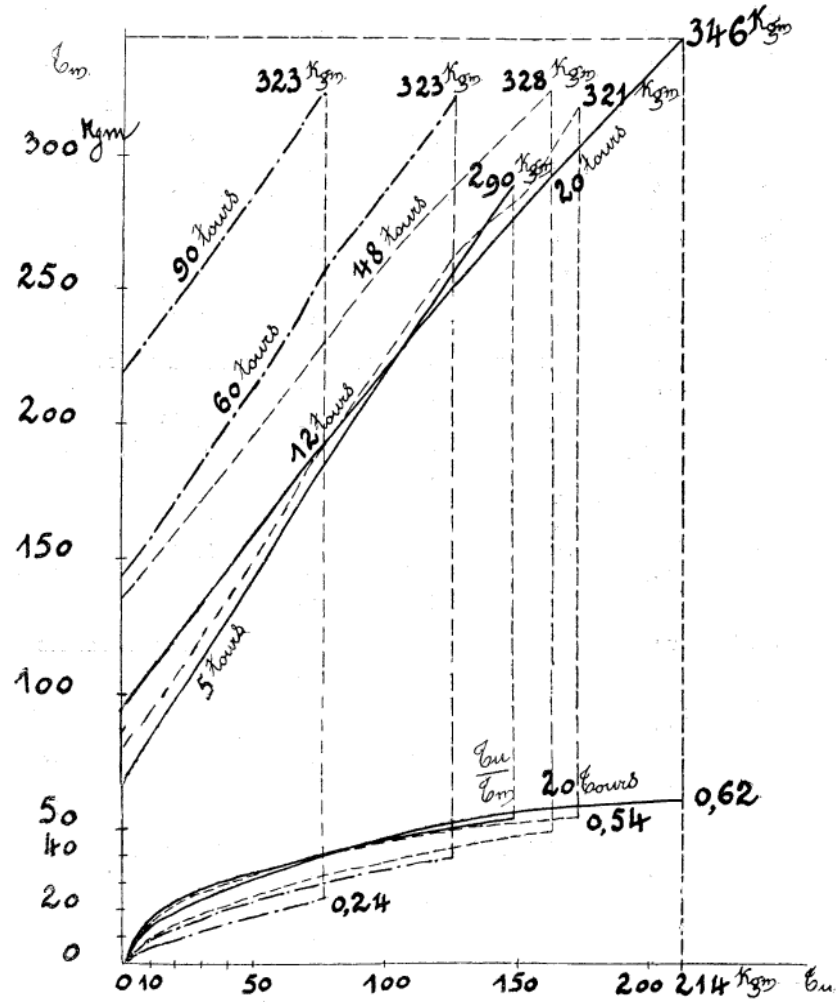


Fig. 1575. — Foreuse grand modèle des ateliers de MM. Dujardin et C^{ie},
actionnée par dynamo Henneton de 3 000 watts.
Rendement à diverses vitesses, avec puissances variables.

Le rendement à 12 tours 2^e régime est à très peu près le même que celui à 3 tours 1^{er} régime.

Ce sont les grandes vitesses, 3^e régime, qui accusent les moindres rendements.

La valeur maximum de $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ ressort à 0,62 : marche à 20 tours, effort tangentiel de 250 kg, nécessitant 3400 watts.

En considérant la droite qui se rapproche le plus de la courbe des τ_m relative à la marche de 5 tours par minute, soit une vitesse circonférentielle au frein de $v = 0^m,2145$, on a la relation :

$$\tau_m = 56 + m \tau_u = 56 + 1,36 \tau_u$$

soit :

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,36} - \frac{56}{1,36 \tau_m}.$$

La relation pour 20 tours, soit à la vitesse $v = 0^m,858$ est :

$$\tau_m = 88 + 1,34 \tau_u$$

soit :

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,34} - \frac{88}{1,34 \tau_m}.$$

Dans le 2^e régime, à 12 tours, $v = 0^m,5148$, $\tau_m = 66 + 1,45 \tau_u$.

ou :

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,45} - \frac{66}{1,45 \tau_m}$$

à 48 tours $v = 2^m,0592$.

$$\tau_m = 134 + 1,26 \tau_u$$

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,26} - \frac{134}{1,26 \tau_m}.$$

Dans le 3^e régime, à 60 tours $v = 2^m,574$.

$$\tau_m = 143 + 1,4 \tau_u$$

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,4} - \frac{143}{1,4 \tau_m}$$

$$\tau_m = 220 + 1,34 \tau_u$$

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{1}{1,34} - \frac{220}{1,34 \tau_m}.$$

On remarque que le coefficient m varie assez peu et, qu'en déduisant l'énergie à vide de l'énergie totale, le rendement afférent $K' = \frac{\tau_m}{\tau_m + \tau_v}$ est assez voisin d'une valeur moyenne :

$$K' = \frac{1}{m} = \frac{1}{1,30} = 0,76.$$

Les rendements rapportés à l'énergie utile τ_u par seconde ne sont comparables que d'une façon relative, puisque cette énergie varie dans chacun des

régimes. Pour obtenir des valeurs absolues, il faut comparer les valeurs de l'énergie dépensée pendant un tour de l'arbre, soit les valeurs :

$$\tau_{m1} = \frac{\tau_m \times 60}{t}.$$

On trouve pour les différentes vitesses considérées :

Nombre de tours par minute.	5	20	12	48	60	90
P = 50 kg. $\tau_{m1} =$	777,6	330	448	235	217	216
P = 50 kg. $\tau_{m1} =$	935	450	550	330	323	»
P = 100 kg. $\tau_{m1} =$	1 220	612	765	»	»	»
P = 200 kg. $\tau_{m1} =$	1 600	915	1 125	»	»	»

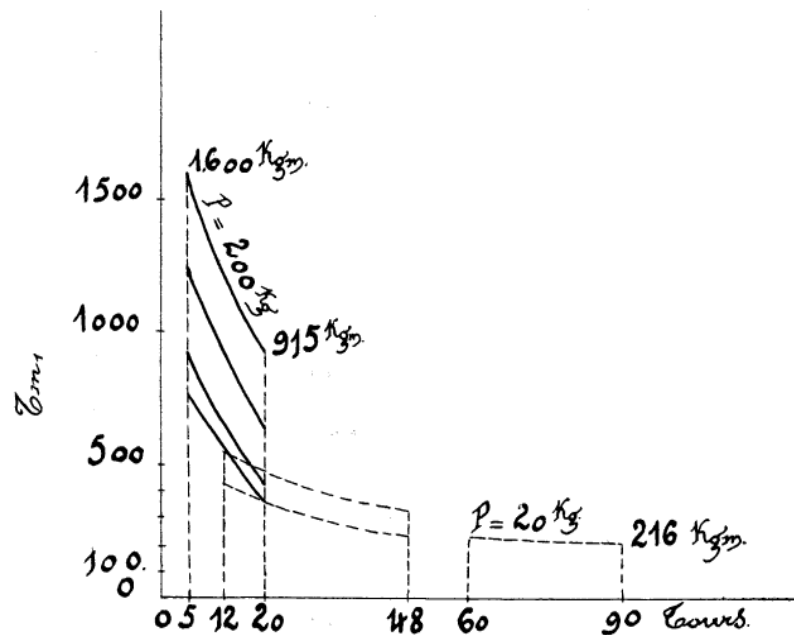


Fig. 1376. — Énergies dépensées par tour de l'arbre pour divers efforts tangentiels aux différentes vitesses.

Ces valeurs sont graphiquées en fig. 1376.

De nouveau, on constate que, pour une même énergie utile par tour, l'énergie totale dépensée diminue quand la vitesse de rotation de l'arbre est plus grande.

Le rapport $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ fait d'ailleurs ressortir cette remarque.

Nombre de tours par minute. . .	5	20	42	48	60	90
P = 20 kg. $\frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0,066	0,160	0,125	0,220	0,238	0,240
P = 50 kg. $\frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0,138	0,287	0,234	0,390	0,400	»
P = 100 kg. $\frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0,21	0,42	0,333	»	»	»
P = 200 kg. $\frac{\tau_u}{\tau_m} =$	0,32	0,56	0,457	»	»	»

Notons que, sous l'effort tangentiel maximum de 700 kg agissant avec un bras de levier de 410 millimètres, l'arbre, de 100 millimètres de diamètre, était soumis à une réaction de torsion de :

$$R = \frac{16 PL}{\pi d^3} = \frac{16 \times 700 \times 410}{3,14 \times 100^3} = 1,4 \text{ kg. par millimètre carré,}$$

valeur peu élevée, qui pourrait correspondre au forage d'un trou de diamètre d dans de l'acier demi-dur, déduit de la relation :

$$PL = \frac{a R_1 d^3}{8}$$

soit de

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 PL}{a R_1}}.$$

En admettant $a = 0,25$, $R_1 = 375$ kg.
il viendrait :

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \times 700 \times 410}{0,25 \times 375}} = 153 \text{ millimètres.}$$

Marche en travail. — Nous avons complété ces essais par les éléments relatifs au forage d'un trou de 70 millimètres de diamètre avec un foret hélicoïdal, dans un collet d'arbre en acier demi-dur ($R = 55$ kg., $A = 15$ à 20 p. 100), de 120 millimètres d'épaisseur.

Les avances de la foreuse sont de 0^{mm},15 0,25 0,44. Le foreur opérait avec la plus faible : 0,15 afin de prévenir les déviations de l'outil, le trou devant être ensuite alésé à 72 millimètres.

Le nombre de tours par minute était de 9, ce qui donnait une vitesse circumférentielle de :

$$\frac{\pi dn}{60} = \frac{3,14 \times 70 \times 9}{60} = 33 \text{ millimètres.}$$

valeur assez faible, motivée par la dureté de l'acier, la profondeur du trou, la conservation du tranchant. Le foreur changeait d'outil tous les 4 ou 5 trous, les lèbres s'éroussaient rapidement.

Le forage d'un trou exigeait, en tenant compte de la pointe, environ 1 000 tours, soit une durée de 111 minutes ou 2 heures. Le foreur faisait : 3 trous par journée de 10 heures. Prix de revient de la main-d'œuvre manuelle $\frac{4 \text{ fr.}}{3} = 0 \text{ fr. } 80$. L'alésage au foret hélicoïdal de 72 millimètres se faisait avec avance de $0^{\text{mm}},25$, soit en 500 tours, ou 1 heure de main-d'œuvre à ajouter pour porter le prix à $0,80 + 0,40 = 1,20$.

En pleine coupe, le nombre d'ampères variait de 8 à 10, soit une moyenne de 9 ampères avec 115 volts, soit : $115 \times 9 = 1\,035$ watts.

A vide, le nombre d'ampères étant de 6,5 et, le coefficient K' étant de 0,76, l'énergie relative à la coupe est en moyenne de

$$\tau = (9 - 6,5) 115 \times 0,76 = 218,5 \text{ watts.}$$

ou

$$\tau = \frac{218,5}{9,81} = 22,3 \text{ kilogrammètres.}$$

soit d'environ $1/4$ de poncelet.

Le volume enlevé par seconde sous une avance de $a = 0^{\text{mm}},13$ est :

$$V = \frac{\pi d^2}{4} a \frac{n}{60} = \frac{3,14 \times 70 \times 70 \times 0,13 \times 9}{4 \times 60} = 87^{\text{mm}^3}$$

L'énergie, par millimètre cube, ressort à :

$$\tau_1 = \frac{\tau}{V} = \frac{22,3}{87} = 0,256 \text{ kgm.}$$

soit une résistance par millimètre carré $R_1 = 0,256 \times 1000 = 256 \text{ kg.}$, et une énergie par gramme de

$$\tau_1 = \frac{256}{7,5} = 34 \text{ kgm.}$$

Ces valeurs sont admissibles pour de l'acier demi-dur.

En considérant la dépense totale d'énergie il viendrait :

$$\tau_1 = \frac{115 \times 9}{87} = 11,9 \text{ watts} = \frac{11,9}{9,81} = 1,29 \text{ kgm.}$$

$$R_1 = 1\,290 \text{ kg.} \quad \tau_1 = 172 \text{ kgm.}$$

Le volume total de la matière enlevée dans un tel trou est :

$$\frac{\pi d^2 h}{4} = \frac{3,14 \times 70^2 \times 120}{4} = 462\,000 \text{ mm}^3$$

soit par heure $231\,000 \text{ mm}^3$, et par minute $3\,850 \text{ mm}^3$

ou

$$3,850 \times 7,5 = 29 \text{ grammes d'acier.}$$

L'énergie totale dépensée est de

$$462\,000 \times 1,29 = 600\,000 \text{ kilogrammètres environ.}$$

La surface développée par les deux tranchants est :

$$\frac{462\,000}{0,075} = 6\,160\,000 \text{ mm}^2 = 6,16 \text{ m}^2.$$

Le chemin parcouru par le point extérieur de chaque tranchant est de

$$\pi d \times 1\,000 = 3,14 \times 0,070 \times 1\,000 = 220 \text{ mètres.}$$

Notons que, dans l'alésage du trou à 72 millimètres, avec un foret hélicoïdal sous avance de 0,25, le nombre d'ampères variait de 7 à 8.

Nous avons pu constater que le tranchant s'était très émoussé, que l'un des deux était brisé à son pourtour. A cet endroit, l'angle α est trop petit pour le travail d'alésage; il faudrait, pour cette opération, établir des forets spéciaux et c'est pourquoi, encore assez couramment, les lames sont préférées; l'entretien est moindre, de même que le prix de l'outil.

Considérons le travail d'un foret de 100 millimètres de diamètre, dans de l'acier demi-dur, en portant la vitesse à 14 tours et l'avance à 0,25.

Le volume enlevé par seconde :

$$V = \frac{3,14 \times 100 \times 100 \times 14 \times 0,25}{4 \times 60} = 460 \text{ mm}^3.$$

L'énergie de coupe nette par millimètre carré, l'avance étant de $0^{\text{mm}},25$, peut être estimée, pour cet acier, à une valeur de 0,30 kgm.

La puissance de coupe serait $460 \times 0,30 = 138 \text{ kgm.}$, soit de

$$138 \times 9,81 = 1\,354 \text{ watts.}$$

Avec une intensité de 115 volts, le nombre d'ampères :

$$A = \frac{1\,354}{115} = 11,8.$$

τ_m étant de 133 kgm., les essais de rendement indiquent que $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ peut être pris égal à 0,50.

Le nombre total d'ampères serait : $\frac{11,8}{0,50} = 23,6$ soit avec les variations du travail : 22 à 25 ampères ou, en moyenne, $24 \times 115 = 2\,760$ watts.

La dynamo est constituée pour une marche normale à 3 000 watts.

Si nous considérons le forage à 90 tours par minute d'un trou de 20 millimètres de diamètre, sous l'avance 0,15, la plus petite de la foreuse; le volume enlevé par seconde :

$$V = \frac{3,14 \times 20 \times 20 \times 90 \times 0,15}{4 \times 60} = 70 \text{ mm}^3.$$

La vitesse de pourtour est :

$$\frac{3,14 \times 20 \times 90}{60} = 94 \text{ millimètres.}$$

L'énergie de coupe nette, sous avance de 0,15, peut être prise égale à 0,42.

La puissance de coupe est : $70 \times 0,42 = 29,4$ kgm., soit : $29,4 \times 9,81 = 288$ watts = τ_u .

Le rendement général étant de 0,11 le nombre total de watts serait de

$$\tau_m = \frac{288}{0,11} = 2\,600 \text{ watts.}$$

Sous 116 volts, le nombre d'ampères ressort à : $\frac{2\,620}{115} = 22,5$.

A vide il faut 20 ampères.

Si l'on compare les nombres de ces trois applications, il vient :

Diamètre du foret. mm.	Volume enlevé par seconde. mm ³ .	Puissance dépensée en watts.	Puissance relative à la coupe en watts.	$\frac{\tau_u}{\tau_m}$
		τ_m	τ_m	
100	460	2 708	1 354	0,50
70	87	1 035	218,5	0,21
20	70	2 620	288	0,11

Ainsi, le trou de 20 millimètres de diamètre exige presque autant de puissance totale, avec cette forte machine, que le trou de 100 millimètres, tout en débitant moins de copeaux. Cela montre bien qu'il importe d'approprier la puissance de la foreuse au diamètre du trou.

Nous avons encore fait, avec cette foreuse, divers essais sous les avances de

0,14, 0,25, 0,44 mm., que comporte cette machine; nous avons adopté des diamètres variables et des vitesses différentes pour le foret de 90 millimètres dans la fonte douce.

Les divers éléments relevés ou calculés sont les suivants :

Essais divers avec la foreuse universelle grand modèle, des ateliers de MM. Desjardins et Cⁱ.

	Diamètre du foret.	Nombre de tours par minute.	Avance par tour.	Puissance τ_m		τ_u		Volume par seconde en mm ³	Énergies τ'_1	
				en watts.	en kgm.	τ_m	τ_u		en kgm.	en kgm.
Fonte masselotte de cylindre.	90	5	0,14	1 080	110	0,24	26,5	74	1,49	0,359
	»	»	0,25	1 160	118	0,26	30,6	132	0,890	0,232
	»	»	0,44	1 276	130	0,31	40	233	0,560	0,172
	90	8	0,14	1 310	133	0,32	42,5	119	1,12	0,356
	»	»	0,25	1 450	147	0,36	52,8	212	0,690	0,248
	»	»	0,44	1 620	164	0,39	64	374	0,440	0,172
	90	10	0,14	1 450	147	0,36	52,8	148	1,000	0,354
	»	»	0,25	1 620	164	0,39	64	264	0,625	0,243
	»	»	0,44	1 800	183	0,42	76,5	466	0,395	0,166
	90	20	0,14	2 200	225	0,47	106	296	0,760	0,358
	»	»	0,25	2 430	247	0,49	121	528	0,470	0,230
	»	»	0,44	2 780	283	0,51	144	932	0,303	0,154
Fonte de volant.	60	18	0,44	1 650	168	0,30	50,4	375	0,450	0,134
	45	30	0,44	1 840	187	0,30	56,1	350	0,530	0,160
	40	48	0,14	1 705	174	0,18	31,3	140	1,240	0,224
Fonte de bâti.	»	»	0,25	1 890	193	0,25	48,2	250	0,772	0,194
	»	»	0,44	2 160	220	0,30	66	440	0,500	0,150
Acier machine.	35	40	0,44	1 944	198	0,25	49,5	284	0,700	0,175
	60	14	0,44	2 484	254	0,48	122	290	0,870	0,420

Avec le foret de 90 millimètres, l'avance de 0,44 et 20 tours par minute, la courroie de la dynamo glissait; il a fallu la retendre et l'enduire pour entraîner la machine régulièrement.

Nous n'avons pas indiqué les énergies à vide; il suffit de se reporter aux premiers essais de cette foreuse.

Les énergies brutes sont très élevées pour une même avance, elles le sont d'autant plus que les nombres de tours sont plus réduits. Ainsi, à 5 tours, l'énergie brute τ'_1 pour l'avance de 0,14 est de 1,49 kilogrammètre, tandis qu'à 20 tours elle est de 0,760.

Il est donc rationnel de marcher à la plus grande vitesse sous la plus forte avance possible.

Les énergies nettes décroissent avec l'importance de l'avance; mais, pour une même avance, les coefficients s'écartent peu en considérant la variation de la vitesse.

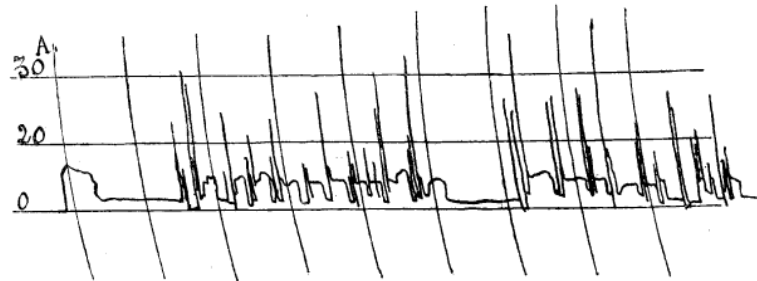
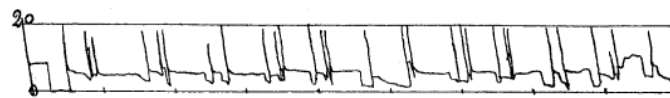
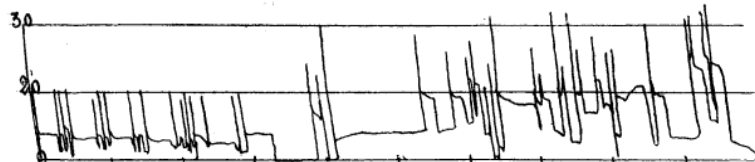


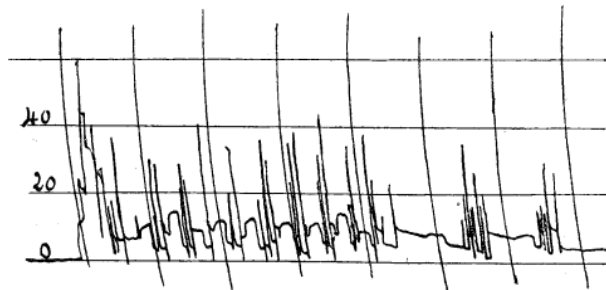
Diagramme relatif au forage de trous de 40 mm. dans un volant en fonte.
Nombre de tours : 24. Avance : 0,35.



Nombre de trous de 30 mm. de diamètre dans de la fonte.



Forage de trous de 35 mm. et de 90 mm. dans de la fonte.



Figures 1577.
Forage de trous de 42 mm. dans de la fonte. Nombre de tours : 30. Avance : 0,25.

Nous complétons ces résultats par (fig. 1577) les diagrammes de travail de nuit de la foreuse relevés à l'ampèremètre enregistreur.

Signalons encore qu'une lame à un seul tranchant dressant une portée

d'écrou d'un bâti en fonte douce de diamètres 40 et 100 millimètres, à raison de 12 tours par minute et sous avance de 0^{mm},44 exigeait :

	Volts.	Ampères.	Watts.
A blanc.	105	7	735
En travail.	104	13	1 460
Volume enlevé par seconde.	$\frac{3,14 (100^2 - 40^2)}{4} \times 0,44 \times \frac{12}{60} = 380 \text{ mm}^3$		
Énergie brute par millimètre cube	$\tau_1 = 2,32 \text{ watts.}$		
Le rendement étant de.	0,29		
L'énergie nette par millimètre cube est.	$\tau_1 = 6,73 \text{ watts.}$		

En résumé, en travail ordinaire actuel, les plus fortes foreuses de ce genre, actionnées électriquement, n'absorbent au maximum que 2,5 poncelets. Le plus souvent, leur travail n'exige que le tiers ou le quart de cette puissance. En général, les machines à travailler les métaux dépensent peu d'énergie parce que la vitesse de l'outil est relativement petite, mais lorsqu'on emploie des outils en acier qui permettent de grandes vitesses, on conçoit que l'énergie croît avec la vitesse.

Ces exemples montrent qu'il n'est guère possible d'exprimer par des relations générales l'énergie que les foreuses peuvent mettre en jeu. Le plus simple est de considérer le travail maximum à produire par la machine, surtout si les forets se multiplient sur une même machine, d'estimer l'énergie de coupe à l'aide des formules que nous avons établies en considérant les diamètres, les avances, les nombres de tours, les coefficients de résistance ou d'énergie, puis d'admettre un rendement qui peut être, en général, pour les travaux maxima, supérieur à 50 pour 100; soit de 50 à 70 pour 100.

On peut admettre que, pour de l'acier demi-dur, les diverses foreuses à un outil, dépensent en marche ordinaire, d'une façon approximative, l'opération étant relative au diamètre maximum de forage de chaque machine :

Pour $d =$	40	20	40	80	100 mm.
Puissance $\tau =$	0,30	0,50	0,80	1,3	2 poncelets.

Foreuse à forets multiples.

Les foreuses multiples exigent évidemment des puissances proportionnelles au nombre des forets.

Considérons une machine de 16 forets de 40 millimètres de diamètre, dont les caractéristiques principales sont :

Nombre de tours par minute de forets, maximum.	160
— — — minimum.	44
Avance des forets par tour, maximum	1 mm.
— — — minimum	0,01 mm.
Diamètre de la poulie de renvoi.	0 ^m ,508
Largeur de la courroie.	125 mm.

Nombre de tours du renvoi par minute.	400
Vitesse de la courroie.	10 ^m ,60
Poids de la foreuse.	10 tonnes.

Si nous supposons la plus grande avance de 1 mm. par tour et la plus petite vitesse avec 16 forets de 40 mm. de diamètre opérant dans de la fonte dont le coefficient τ'_1 peut être pris égal à 0,2 kgm., il viendrait :

Volume enlevé par seconde.	$\frac{16 \times 3,14 \times 40^2 \times 44 \times 1}{4 \times 60}$	= 14 737 mm ³
Énergie nette par seconde.	14 737 $\times$ 0,2	= 2 950 kgm.
Le rendement étant de.		0,80
L'énergie motrice s'élèverait à.	$\frac{2 950}{0,80}$	= 3 687 kgm. = 36,87 poncelets.
Effort à la poulie de commande.	$\frac{3 687}{10,60}$	= 350 kg.

Admettant une courroie de 6 mm. d'épaisseur :

La largeur étant de 125 mm., la section est de.	750 mm ²
Tension unitaire due à l'effort 350 kg.	0,466 kg.
Tension dans le brin surtendu, environ.	1 kg.

Valeur trop élevée, qui nécessiterait une courroie double.

Il conviendrait de marcher sous avance de 0^{mm},5, ce qui se fait aujourd'hui couramment pour la fonte avec le foret hélicoïdal.

Dans l'hypothèse de la plus grande vitesse sous avance de 0^{mm},1, les forets opérant dans du bronze,

Le volume enlevé serait de

$$\frac{16 \times 40^2 \times 3,14 \times 160 \times 0,1}{4 \times 60} = 5 359 \text{ mm}^3$$

Pour :

$$\tau'_1 = 0,180$$

$$\tau_u = 5 359 \times 0,180 = 963 \text{ kgm.} < 2 950 \text{ kgm.}$$

Le rendement étant de :

$$\tau_m = \frac{963}{0,85} = 1 130 \text{ kgm.} < 3 687 \text{ kgm.}$$

Foreuse multiple de 24 forets.

Les caractéristiques sont :

Diamètre des forets.	25 mm.
Nombre de tours par minute, maximum.	325
— — — minimum.	44
Avance par tour, maximum.	1 mm.
— — — minimum.	0,01
Diamètre de la poulie de renvoi.	500 mm.
Nombre de tours par minute du renvoi.	350

Largeur de la courroie	125 mm.
Vitesse de la courroie.	9 ^m ,16
Volume enlevé par seconde à raison de 44 trous par minute sous avance de 1 mm. et par les 24 forets.	8 633 mm ³

Adoptant pour de la fonte douce $\tau'_1 = 0,200$ kgm.

$$\tau_u = 8\,633 \times 0,2 = 1\,726 \text{ kgm.}$$

Le rendement étant de 0,80.

$$\tau_m = \frac{1\,726}{0,80} = 2\,160 \text{ kgm.} = 21,60 \text{ poncelets.}$$

$$\text{Effort tangentiel à la poulie de commande } \frac{2\,160}{9,16} = 235 \text{ kg.}$$

$$\text{Section de courroie. } 125 \times 6 = 750 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tension unitaire due à l'effort tangentiel. . . . } 0,314 \text{ kg.}$$

$$\text{Tension dans le brin surtendu, environ. . . . } 0,6 \text{ kg.}$$

Cette tension est un peu forte.

Dans l'hypothèse de la plus grande vitesse, les forets opérant dans du bronze sous avance de 0,1 on aurait :

$$\text{Volume enlevé. } 6\,380 \text{ mm}^3$$

Pour

$$\tau'_1 = 0,180 \text{ kgm.}$$

$$\tau_u = 6\,380 \times 0,18 = 1\,150 \text{ kgm.}$$

Le rendement étant de 0,85,

$$\tau_m = \frac{1\,150}{0,85} = 1\,360 \text{ kgm.} < 2\,160 \text{ kgm.}$$

Le poids d'une telle foreuse dépasse 20 tonnes.

Ces exemples font ressortir les grandes dépenses d'énergie qu'exigent ces foreuses lorsqu'on opère avec de fortes avances et de grandes vitesses, conditions adoptées aujourd'hui. Aussi les foreuses multiples ne sont généralement pas assez robustes pour le travail qu'elles devraient développer.

Dans les machines simples, un foret hélicoïdal de 25 millimètres peut tourner à 80 tours par minute, sous avance de 0^{mm},5 dans la fonte, sans se détériorer; cela correspond à peu près à un volume débité à 44 tours sous avance de 1 millimètre adoptée ci-dessus.

En opérant dans un arbre en acier machine pesant 6 700 kg. nous avons pu noter :

Diamètre du trou.	100 mm.
Largeur de la lame étagée.	30 mm.
Nombre de tours (exceptionnel, travail pressé)	18
Avance	0,1
Tome 107. — Février 1905.	17

Volts	108
Ampères	30
Watts	3 240
Rendement	0,55
Volume par seconde	$\frac{3,14(100^3 - 40^3)}{4} \times 0,1 \times \frac{18}{60} = 197 \text{ mm}^3$
Énergie totale par millimètre cube	$\tau'_1 = \frac{3\,240}{197} = 16^w,4 = 1,65 \text{ kgm.}$
Énergie nette —	$\tau'_1 = 1,65 \times 0,55 = 0,9$
Coefficient de coupe	$R_1 = 900 \text{ kg. p. mm}^2$

Dans une autre opération avec arbre pesant 12 000 kg. nous avons relevé :

Nombre de tours par minute	9		
	Volts.	Ampères.	Watts.
Outils non engagés à vide	115	12	1 380
Avec deux lames d'amorçage de 30 mm. de largeur, avance de 0,1 (soit pour chaque outil 1/20)	115	17	1 955
Volume enlevé par seconde	$\frac{3,14(100^3 - 40^3)}{4} \times 0,1 \times \frac{9}{60} = 98,5 \text{ mm}^3$		
Énergie totale par millimètre cube		$\frac{1\,955}{98,5} = 19,8$	watts.
Énergie nette, le rendement étant de 0,40		7,92	—
	Volts.	Ampères.	Watts.
Avec une lame ordinaire à 0 ^m ,30 de pro- fondeur	108	23	2 484
Énergie totale par mm ³		$\frac{2\,484}{98,5} = 25,2$	watts.
Énergie nette	$0,40 \times 25,2 = 10,08$		watts.
	Volts.	Ampères.	
A la profondeur de 3 ^m ,50 à vide	102	17	
— en travail	102	24 à 25	
A la profondeur de 0,80 (autre bout)	112	25 à 26	

Selon le poids de la pièce, son montage sur la foreuse ; selon la dureté de l'acier variable sur la longueur, etc., les valeurs que l'on peut noter sous même vitesse et même avance sont plus ou moins importantes.

NOTES DE CHIMIE

PAR M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — A propos de la Society of chemical Industry de Londres : Enquête sur les industries chimiques françaises. Réforme de l'Enseignement de la Chimie. Causes de la prospérité de l'Industrie chimique en Allemagne. — Notes de chimie analytique : Dosage des tannins par la colline. Point de fusion des verres. Point de fusion des produits céramiques. Dosage du phénol. Dosages organiques avec le peroxyde de sodium. Pollution des eaux caractérisée par la formation de l'iodure d'azote. — Manchons à incandescence. — Utilisation de l'azote atmosphérique. — Nitrate de soude. — Moelleux des vins. — Masques à treillis d'aluminium.

SUR L'ENSEIGNEMENT DE LA CHIMIE. — SUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE ALLEMANDE

Les considérations exposées dans les dernières Notes de chimie, à propos de l'essor de la Society of chemical industry, de Londres, sur divers points ressortissant aux intérêts de l'industrie chimique, c'est-à-dire sur la répartition des Sociétés chimiques dans les différents pays, sur l'éducation du chimiste industriel, sur l'utilité des groupements, ont coïncidé presque avec la publication faite par la *Revue Scientifique* des résultats d'une enquête sur les Industries chimiques françaises. La rédaction de la *Revue Scientifique* conclut :

« Une première réforme doit porter sur l'enseignement expérimental. L'enseignement doit apprendre l'élève à trouver lui-même; l'enseignement technique doit être donné dans des écoles spéciales. Il semble nécessaire d'en fonder au moins deux en France : une école de savonnerie-parfumerie et une école de matières colorantes et teinturerie. — Il reste à développer l'esprit commercial du chimiste. — Il faut réaliser la collaboration entre savants et industriels; déraciner les préjugés qui s'y opposent. Pour leur permettre de se connaître amicalement avant d'essayer les bases d'un accord quelconque, il y a les liens de professeur à élève, les Chambres syndicales, les Congrès, les Sociétés locales, les Associations professionnelles, et surtout une Société mixte d'industriels et de savants, qui semble manquer, avec congrès généraux, comités régionaux et comité supérieur siégeant à Paris. »

Telles sont sommarisées les conclusions de la *Revue Scientifique*.

Que nous n'ayons pas en France de Société de chimie industrielle, c'est une chose que beaucoup d'esprits déplorent, et j'ai fait ressortir, en vis-à-vis à cette situation, la prospérité des Sociétés de chimie industrielle de l'étranger, tout particulièrement de celle de Londres avec ses 4 000 membres lui venant de tous les points du globe où l'on parle anglais. En France, pourtant, des efforts considérables ont été faits par des esprits d'élite dans le but de combler cette lacune. Pourquoi ces efforts ont échoué? Quels écueils sont à éviter si l'on veut aboutir? Quelle direction originale devrait être imprimée à une telle création pour lui faire rendre de réels services malgré ces écueils? Ce serait là matière à un long exposé, et j'aurai peut-être sujet de le faire quelque jour.

Il est cependant deux points sur lesquels je voudrais soumettre à mes lecteurs quelques considérations: d'abord, l'enseignement élémentaire de la chimie en France; ensuite, les causes de la prospérité de l'industrie chimique en Allemagne.

L'enseignement de la chimie dans notre enseignement secondaire me semble être resté ce qu'était jadis l'enseignement de la géographie. Autrefois, et cet autrefois ne remonte qu'à une quinzaine d'années, on imposait aux élèves une torture affreuse pour connaître (?) la géographie d'un pays; il leur fallait retenir sans se tromper d'un iota, ou gare alors le pensum, et dans l'ordre alphabétique, c'est-à-dire dans un ordre abstrait, les noms barbares d'abord des fleuves qui l'arrosaient, des montagnes qui le couvraient; puis des caps, des golfes qui existaient sur ses côtes, et, enfin, des divisions administratives et des villes. Et pourquoi ces noms plutôt que d'autres? Parce que c'étaient ceux des principaux fleuves, des principales montagnes, etc., ainsi que le disait le titre de chaque paragraphe. La géographie ainsi entendue était chose colossalement ennuyeuse; je ne lui reconnais d'autre utilité que d'exercer la patience.

Aujourd'hui, au contraire, étudier la géographie d'un pays, revient à y faire un voyage d'agrément en compagnie du professeur. L'étude ainsi comprise offre le plus grand charme.

L'enseignement élémentaire de la chimie (comme celui de la physique) est resté en quelque sorte comparable à ce qu'était jadis celui de la géographie.

La principale cause, qui rend leur étude hérissée de tant de difficultés pour beaucoup d'étudiants, c'est la méconnaissance de la méthode nécessaire à cette étude. Je m'empresse de dire qu'ils ne sont pas responsables de cette ignorance, car s'ils ne connaissent pas cette méthode c'est tout simplement qu'on ne la leur indique pas. Quels sont, en effet, les établissements où l'on commence par insister auprès des élèves, au besoin par une ou deux conférences, sur la méthode qu'ils doivent apporter à l'étude de la chimie et sur ce qu'ils ont à faire pour se rendre maîtres d'un programme avec facilité et sans surcharger leur mémoire. Savoir apprendre la chimie, c'est pour tout étudiant la chose au monde la plus importante, mais c'est aussi la chose la moins connue et celle dont on lui parle le moins. Ce dont on lui parle tout d'abord, c'est d'une nomenclature sèche et aride; puis vient l'exposé de modes de préparations spéciaux qui ne disent rien à son esprit, et de propriétés spéciales dont il ne voit pas l'utilité, car un trop grand nombre lui sont présentés comme des faits de science pure.

Je voudrais voir se réaliser dans l'étude et l'enseignement de la chimie les mêmes améliorations que celles qui ont été introduites dans l'enseignement de la géographie. Je voudrais avant tout que le professeur fit ressortir l'intérêt si puissant de cette science et les applications qu'elle rencontre à chaque instant de la vie journalière ou dans presque toutes les transformations de la matière industrielle. Il n'est peut-être pas de science plus générale et plus intéressante. D'une part, n'est-ce pas elle qui nous révèle les propriétés intimes de toutes les substances dont l'ensemble constitue notre monde, de la pierre que nous foulons aux pieds ou dont nous bâtissons nos demeures; comme des divers produits qui servent à nous vêtir, à nous nourrir, à nous éclairer ou à nous chauffer; comme des matières animales qui constituent nos organes. D'autre part, n'est-ce pas elle qui vient offrir un concours dont nous ne faisons que commencer à entrevoir l'importance, à l'agriculteur, pour doubler le rendement de sa terre; au physiologiste, pour pénétrer plus profondément dans la connaissance des phénomènes de la vie; au médecin pour combattre les maladies à l'aide d'armes

plus puissantes; à tous les industriels pour marcher d'un pas sûr dans la voie du progrès, etc., etc. La chimie s'occupe de tout et tend chaque jour davantage à prendre la direction de l'industrie humaine.

La chimie est une science de mémoire; quelques principes, peu de généralités, un nombre illimité de détails variés. Cependant les moyens ne manquent pas pour aider et soulager la mémoire dans cette étude si utile. Se rendre bien compte des propriétés des corps et des faits expérimentaux qui forment l'objet de la chimie, au besoin en expérimentant soi-même; classer ces faits d'après un ordre rigoureux et qui sera toujours le même pour chaque corps; les placer dans la mémoire sous la forme abrégée de formules symboliques; enfin et surtout rattacher les propriétés principales aux applications les plus importantes ou les plus usuelles, voilà les principaux de ces moyens. Je voudrais que le maître laissât de côté, au début, toutes les questions purement théoriques ou les sujets d'érudition scientifique. Il est malheureusement éloigné de cette sage méthode par des programmes qui sont horriblement conçus au point de vue du premier enseignement; il semble que, pour les rédiger, on se soit contenté de prendre un gros traité de chimie pure et de recopier les titres des principaux chapitres; aussi le professeur est entraîné à laisser de côté d'autres questions d'une application courante, et il paraît dédaigner en bloc toutes les applications. Au fond, l'enseignement de la chimie devrait commencer par se borner à l'étude même des applications les plus considérables ou les plus curieuses, en les rapprochant des propriétés d'où elles dérivent; les préparations spéciales des corps devraient toujours être rapportées au mode de production générale; les questions de nomenclature ou de théorie ne devraient être exposées que peu à peu, lorsque l'occasion se présente de les éclairer par des faits typiques.

En somme, pour mieux faire ressortir ma pensée, la chimie est enseignée trop souvent en se plaçant simplement au point de vue de la science pure, alors que, pour l'enseignement secondaire, on devrait avant tout la présenter comme science appliquée.

Les mêmes errements se continuent trop souvent pour l'ancien élève de l'enseignement secondaire, lorsqu'il poursuit ses études dans un laboratoire supérieur. Il semble qu'on ait peur de lui laisser voir la chimie trop en grand, de lui laisser faire quelque travail plus personnel, de le laisser poursuivre une application. Tout autre est fréquemment, dans les laboratoires allemands, la situation de l'étudiant, à qui on demande de développer avant tout, dans le sens pratique, une initiative personnelle qui est l'un des premiers facteurs du progrès de l'industrie.

Les qualités développées au laboratoire dans l'esprit des étudiants allemands ont été l'une des causes du développement merveilleux qu'a pris depuis quarante ans l'industrie chimique en Allemagne. Le docteur Heinrich Caro a exposé récemment d'une façon magistrale, devant la Société allemande de chimie industrielle, l'histoire du *Développement de l'industrie chimique du Haut-Rhin*. Peu de chimistes sont mieux placés que l'inventeur du bleu de méthylène, de la fuchsine acide, du jaune de naphthol S, de l'auramine, que le collaborateur de la première fabrique de produits chimiques du monde pour apprécier le mouvement industriel de son pays, et nous ne pouvons mieux faire que de citer textuellement le passage de sa conférence, où il recherche l'origine du succès de l'Allemagne dans les industries chimiques.

« Beaucoup ne l'ont vu, dit-il, que dans l'enseignement chimique allemand, et dans le développement par cet enseignement des dispositions naturelles du peuple allemand

pour la solution industrielle des problèmes. D'autres l'attribuèrent à l'esprit d'invention; d'autres à la personnalité de l'inventeur; quelques-uns, enfin, à un heureux hasard, ou à l'élan général que le commerce et l'industrie des peuples allemands, désormais unis sur le terrain politique et économique, reçurent d'un état de paix glorieux. L'ensemble de ces explications approche de la vérité, bien qu'aucune n'y touche entièrement. La prospérité de l'industrie allemande des matières colorantes artificielles dérive bien de toutes ces causes, mais ce ne sont pas les seules. La concurrence étrangère n'a jamais manqué de chimistes ni d'industriels éminents, ni de découvertes remarquables; et nous avons reçu des impulsions industrielles d'une portée considérable de France, d'Angleterre, de Suisse, même après que nous avions déjà conquis une situation prépondérante. Rappelons-nous les premiers colorants azoïques acides du naphthol de Roussin et Poirier, la primuline de Green, les premières synthèses du phosgène d'Alfred Kern, le noir Vidal. Mais dans les fabriques allemandes seules, ces inventions étrangères ont été portées à leur plus haut point de perfectionnement scientifique, commercial et industriel.

« La raison en est dans le fait que le fabricant allemand ne s'est pas fié à ses propres forces, avec cette *selfreliance*, qu'inspirent à l'Anglais ses succès antérieurs et son caractère national, ou avec cette indépendance qui est dans le sang du Français. Mais il a reconnu, au moment psychologique, que l'avenir de son industrie était dans la collaboration du plus grand nombre de forces intellectuelles et dans leur concours harmonique vers un même but. C'est ainsi qu'il a rendu la chance favorable et fondé une œuvre complète, dans laquelle chacun de ses collaborateurs a trouvé la place la mieux appropriée au développement de ses facultés, comme le dit le poète : Efforce-toi toujours d'être un tout complet; si tu ne peux toi-même être un tout, associe-toi à un tout en qualité de membre utile. »

DOSAGE DES TANNINS PAR LA COLLINE

Notre *Bulletin*, dans son numéro d'août dernier, a exposé une nouvelle méthode d'analyse des substances tannifères au moyen de la colline. L'analyse des tannins est l'une des questions les plus complexes, et il n'était pas douteux que la nouvelle méthode, due à Parker et Payne, ne dût exciter un réel intérêt et quelque discussion. W. P. Dreaper (Chemical News, 1904, II, p. 111) la considère comme défectueuse. J. T. Wood et S. R. Trotman (S. of chemical Industry, 1904, p. 1071) la considèrent comme une contribution nouvelle de grande valeur à la solution d'un problème des plus difficiles; mais ils n'admettent pas que la colline des auteurs soit une forme pure de collagène. D'après eux, la colline consiste en un mélange de gélatine hydrolysée et de gélatones, et la nature de ce mélange dépend de la température à laquelle il a été porté, attendu qu'ils ont trouvé que la colline ne donne pas des réactions constantes avec plusieurs réactifs et n'a pas une teneur constante en azote. A cette occasion, M. S. R. Trotman et J. E. Hackford ont différencié les gélatines par leur teneur en azote. Ils ont essayé toutes les méthodes d'analyse des gélatines; 1° détermination de l'azote total pour la méthode de Kjeldahl et conversion en gélatine; 2° détermination de l'azote total par la chaux sodée (Noffat); 3° détermination de l'azote dans le précipité obtenu avec le tannin (Muller); 4° ou dans le précipité obtenu avec le chlore; 5° détermination des non-gélatines par précipitation par l'alcool; 6° détermination

des non-gélatines après précipitation par le tannin; 7° coefficient d'absorption de l'eau (Shattermann); 8° consistance de la gelée (Lipowitz); 9° point de fusion (Kissling); 10° viscosité. Ils ont trouvé que seul l'examen comparatif de la consistance avec celle de plusieurs types peut donner des résultats à peu près sûrs. Le professeur *Kipping* a fait la remarque qu'il pourrait y avoir une réelle analogie entre ce qui se produit lorsqu'on fait bouillir de la gélatine et de l'eau et ce qui se produit lorsqu'on traite l'amidon par la diastase; il se formerait dans les deux cas un grand nombre de produits intermédiaires.

POINT DE FUSION DES VERRES, ETC.

Les propriétés physiques des borates de soude, étudiées d'une façon plus complète par *C. H. Burgess et A. Holt* (Proc. of royal Society, LXXIV, p. 285), leur ont inspiré une nouvelle méthode pour déterminer rapidement le point de fusion des verres.

Le borate pur, maintenu pendant plusieurs heures à une température suffisante pour lui donner la consistance d'un sirop épais, se change peu à peu en une masse de cristaux incolores. Il en est de même de tous les verres obtenus en fondant ensemble de l'acide borique anhydre et du carbonate de sodium, si les deux constituants sont dans des rapports inférieurs à 6 : 1. Si l'acide borique est dans une proportion supérieure, les cristaux obtenus par refroidissement se trouvent plus ou moins noyés dans une masse de verre; à 40 : 1, il n'est plus possible d'en obtenir. Lorsque la proportion de l'acide borique anhydre s'abaisse en dessous de 8 : 5, le verre refroidi est opaque. Lorsqu'on fait fondre de l'acide borique anhydre avec du carbonate de sodium, de l'acide carbonique est mis en liberté et on ne peut regarder le produit obtenu, ni comme du métaborate, ni comme de l'orthoborate. Les auteurs ont trouvé que l'on obtient des borates très variés, depuis $\text{Na}_2\text{O} \cdot 10 \text{B}_2\text{O}_3$ jusqu'à $5\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3 + 27\text{Na}_2\text{CO}_3$, qui donnent des verres, ou des verres et des cristaux, ou des cristaux, qu'ils séparent les uns des autres, dont ils déterminent la teneur en acide borique et le point de fusion.

La détermination du point de fusion est intéressante. Elle se fait au moyen d'un dispositif qui se rapproche du meldomètre de Joly, présenté à la Royal Irish Academy en 1889. Un fil de platine A très mince, de 4 centimètres de long, est soudé à deux fils plus gros de platine qui sont scellés dans des petits tubes de verre et soudés à leur autre extrémité à deux gros fils de cuivre; ces derniers amènent un courant électrique. Le tout est fixé au moyen de deux bouchons de liège dans un tube de verre, présentant une ouverture circulaire vers son milieu. Cette ouverture permet d'approcher jusqu'au contact du fil de platine A un autre fil de platine B auquel a été attaché un petit poids de 1 gramme. On forme à l'autre extrémité de ce fil B une perle de la substance dont on veut déterminer le point de fusion. On fait passer alors un courant de 4 à 6 ampères dans le fil A de façon à avoir une température bien supérieure à celle de la fusion de la substance. On met la perle en contact avec le fil A; elle fond et on interrompt le courant. On laisse refroidir en maintenant le contact, de façon que la perle solidifiée fasse corps avec le fil A. Il n'y a plus qu'à faire passer un courant, d'abord faible, puis croissant d'intensité, jusqu'à ce que la perle se détache et tombe dans un tube d'essai qui la protégeait contre les mouvements de l'air extérieur. A ce moment, on note l'intensité du courant ainsi que le voltage entre les extrémités du

fil, on a les éléments pour calculer la résistance de celui-ci, et par conséquent sa température. La méthode est intéressante pour les substances dont on n'a pu jusqu'ici noter avec précision le point de fusion, à cause de leur passage à l'état pâteux.

W. C. Heraeus détermine le point de fusion des produits céramiques (*Z. für angew. Chemie*, 1903, p. 49), au moyen de son four électrique, à résistances d'iridium chimiquement pur.

Le point de fusion élevé de ce métal permet d'expérimenter jusqu'à 2 100°. Le four électrique est d'abord étalonné en fonction de l'intensité du courant, avec un pyromètre de H. Le Chatelier, modifié en ce que le couple est formé d'iridium pur et d'iridium à 10 p. 100 de ruthénium.

Par suite de la faible résistance de l'iridium, il est nécessaire d'employer un courant de faible tension et de forte intensité. Pour obtenir 2 100°, un courant de 1 200 ampères et 5 volts est nécessaire.

Les mesures ont porté sur la température de ramollissement et sur celle de fusion complète.

La température de fusion reste-t-elle la même, lorsque l'on fait varier la dimension des montres, et le temps de chauffage nécessaire pour amener la fusion? Dans le cas de l'argile pure, le point de fusion est resté constant, même après plusieurs expériences successives. Le produit fondu est opaque. Dans le cas d'un produit riche en quartz, les résultats sont un peu différents; le ramollissement est plus lent, et après fusion on obtient un verre à peu près transparent.

L'étude des différents matériaux, au point de vue de leur résistance dans une atmosphère réductrice, n'a pas été possible, par suite de la réduction de la silice à ces hautes températures. Il se forme alors du siliciure d'iridium et le four est rapidement détruit.

D'après une remarque du docteur Jochum, la valeur technique d'une matière réfractaire ne dépend pas seulement de son point de fusion, mais aussi de la différence de température plus ou moins grande, qui existe entre le point de ramollissement et le point de fusion. Dans le but de suivre pour chaque matière les variations de la résistance à la pression, en fonction de la température, on élaborait une méthode spéciale, qui consistait à observer le mouvement d'un poinçon d'iridium, reposant sur la masse que l'on chauffe progressivement jusqu'à son point de fusion. Dès que l'état pâteux commence, le poinçon s'enfonce. Un système de levier amplifie le mouvement du poinçon, et permet de faire des mesures.

DOSAGE DU PHÉNOL

M. S. J. Lloyd de l'Université de Toronto, O. S. A. (*J. of the am. chem. S.*), indique les précautions à prendre pour obtenir avec précision des dosages du phénol par la méthode au brome.

Mais d'abord voici un tableau synoptique des différentes méthodes proposées pour ce dosage :

I. *Méthode gravimétrique*. andolt, Chablié.

II. *Méthode volumétrique* :

1. Brome et phénol en solution acide.

a. Le point terminal de la réaction est indiqué par la coloration, ou au moyen du

papier d'amidon ioduré : Degener (eau de brome), Telle (hypochlorite et bromure de potassium), Waller (eau de brome et alun), Seubert (mélange de bromure et de bromate).

b. Le brome en excès est déterminé au moyen de l'iodure de potassium : Koppeschaar (eau de brome, ou mélange de bromure et de bromate), Beckurts (mélange de bromure et de bromate).

2. Brome et phénol en solution alcaline : Chandelon.

A ces noms, il faut ajouter ceux des chimistes qui ont perfectionné ces méthodes, Toth, Kleinert, Fedeli, Giacosa, Endemann, Neuberg, Kossler et Penny, Partheil, Ditz et Cedivoda, Stockmeier, Thurnauer, etc.

Mais les résultats varient, de 0,50 p. 100 en plus ou moins pour la méthode Landolt, 2,5 pour celle de Koppeschaar, 3 pour celle de Degener, 2 pour celle de Chandelon, 3 pour celle de Seubert.

S. J. Lloyd déclare que son procédé perfectionné permet d'obtenir une approximation de 1 à 2 pour 1000, pourvu que l'on prenne les précautions qu'il indique.

Les solutions à employer sont : thiosulfate $\frac{N}{50}$ et iode; amidon; acide chlorhydrique $d=1,2$; iodure de potassium à 17 grammes pour 100 centimètres cubes; hypobromite préparé en dissolvant 9 centimètres cubes de brome dans 2 litres d'une solution de 28 grammes de potasse caustique. L'hypobromite et le thiosulfate sont comparés à l'aide de l'iodure et de l'acide, en titrant l'acide mis en liberté.

La marche à suivre est la suivante. On introduit la solution du phénol dans un vase fermé à l'émeri, on ajoute un volume d'acide égal au tiers des volumes probables du phénol et de l'hypobromite. On fait couler l'hypobromite, tout en agitant le vase, jusqu'à coloration jaune permanente. On ajoute alors 1 à 2 dixièmes d'hypobromite en plus, on secoue bien, on ajoute un excès d'iodure de potassium, on étend d'eau, on ajoute 10 centimètres cubes de chloroforme, et on dose l'iode par le thiosulfate. Il faut étendre d'eau, 10 parties d'eau pour 1 partie d'acide, afin d'empêcher l'acide d'exercer une action sur l'iodure ou sur le thiosulfate. Si l'on laisse le mélange en repos 5 à 6 minutes avant d'ajouter l'iodure, on peut au besoin négliger l'addition du chloroforme; le sulfure de carbone donne des résultats moins bons.

EMPLOI DE Na_2O_2 EN ANALYSE ORGANIQUE

Le peroxyde de sodium a trouvé plusieurs applications en chimie analytique. Le docteur *Fritz von Koneck* (Z. für. angew. Chemie, 1904) l'emploie pour l'analyse des matières organiques; il décèle ainsi tous les éléments organiques, à l'exception de H et O.

Pour faire ces essais sans danger d'explosion, on emploie un creuset en nickel ou en acier, à fortes parois, de 2 centimètres de diamètre intérieur, fermé par un couvercle vissé. Ce dernier est percé d'un trou par lequel pénètre un tube de nickel ou d'acier de 1 à 2 millimètres de diamètre; c'est par ce tube qu'on introduit le fil métallique incandescent qui déterminera l'inflammation. L'opération se fait comme suit :

On introduit 5 à 10 grammes de Na_2O_2 dans le creuset et une pincée de la matière à analyser, qui doit être en poudre fine; on mélange intimement; on visse le couvercle, on place le creuset dans de l'eau froide et on allume en laissant tomber par le tube un

petit morceau de fil chauffé au rouge vif. La combustion a lieu avec une sorte d'explosion mais sans projection par le tube. On ouvre ensuite le couvercle, et on place le tout dans un verre contenant de l'eau tiède. La solution résultante sert pour les différents essais.

Carbone. Les composés organiques contenant plus de 40 p. 100 de C sont transformés en CO^2Na^2 par la combustion avec Na^2O^2 . La solution aqueuse obtenue est fortement alcaline, elle fait effervescence avec les acides. Le gaz qui se dégage est identifié avec l'acide carbonique, au moyen d'eau de chaux ou de baryte.

Azote. Le procédé qui consiste à chauffer la substance à essayer avec du K ou Na, et à faire ensuite la réaction du bleu de Prusse n'est pas toujours fidèle. Dans le cas de composés très volatils comme les amines éthylique, propylique, etc., ces corps sont déjà volatilisés avant que le métal alcalin ne soit porté à l'incandescence.

Les combinaisons organiques azotées, brûlées au moyen de Na^2O^2 , donnent de l'acide nitrique qui se retrouve à l'état d' AzO^3Na . La réaction est quantitative et générale. On caractérise l'acide azotique avec la brucine.

Lorsque l'on opère avec des composés très volatils, on en mélange quelques gouttes avec le Na^2O^3 dans le creuset et on ajoute une pincée de sucre, de camphre ou de naphthaline, pour assurer la combustion.

Les composés explosifs n'offrent pas le moindre danger avec cette méthode.

La présence des halogènes nécessite une petite modification, car ils donnent aussi des composés suroxygénés, qui réagissent avec la brucine et la diphenylamine. Il suffit d'éliminer ces composés quantitativement en traitant par l'iodure de potassium ou par l'acide sulfureux, et précipitant ensuite par le sulfate d'argent; on filtrera et caractérisera l'acide azotique dans la liqueur.

Soufre. Il est complètement oxydé à l'état d'acide sulfurique, et peut être caractérisé comme sulfate.

Phosphore. Il passe à l'état d'acide phosphorique facilement caractérisable.

Halogènes. Ces éléments donnent des composés suroxygénés. Si on acidifie la solution alcaline et qu'on y ajoute KI, avec CHCl^3 ou CS^2 , on a la coloration violette caractéristique de ces derniers.

Pour la recherche d'autres éléments, par exemple As, Se, Te, Bo, Sb, on les retrouve à l'état d'acides. Les métaux lourds au contraire sont à l'état d'oxydes, qu'il suffit de filtrer pour isoler.

POLLUTION DES EAUX DOSÉE

MM. Trillat et Turchet appliquent la production de l'iodure d'azote à déceler la présence de l'ammoniaque dans les eaux (Comptes rendus, 1903, I, p. 374). Quand on ajoute à un liquide contenant de l'ammoniaque de l'iodure de potassium en même temps qu'un hypochlorite alcalin, il se forme instantanément une coloration noire intense qui se résout en un précipité. La coloration noire est encore nettement visible pour le demi-millionième. L'addition d'hypochlorite a pour objet de provoquer la formation intermédiaire de chlorure d'iode, qui assure l'instantanéité de la réaction. La réaction de l'iodure d'azote est spécialement à recommander pour caractériser la pureté des eaux et y déceler des infiltrations de matières organiques en décomposition.

CHIMIE ANALYTIQUE : VARIA

Un petit appareil pour la détermination des substances volatiles par perte de poids a été combiné par *J. Lehn Kreider*, de l'Yale University (*American Journal of science*, 1905, p. 188). Supposez trois tubes d'essai emboîtés l'un dans l'autre, et dont le supérieur A se termine par un tube capillaire, qui traverse le fond *b* du tube intermédiaire B pour pénétrer dans le tube inférieur C. Le tube B est rempli de chlorure de calcium. Le tube A sert d'éprouvette pour contenir le réactif; il est muni à sa partie supérieure d'une poire en caoutchouc. Le tube C sert de tube d'essai, où l'on place la substance à analyser, par exemple un carbonate. En laissant agir le réactif sur le carbonate, l'acide carbonique se dégage, passe en *b*, traverse le chlorure de calcium, et s'échappe entre les tubes B et C. Les tubes A et B sont rendus quasi solidaires au moyen d'un joint de paraffine. Les erreurs d'analyses d'acide carbonique sur du carbonate de calcium n'ont pas dépassé 1,5 dix-millième, ce qui est un beau résultat, celles de l'azote de l'urée 3 dix-millièmes.

M. Ch. Féry (*Mémoires de la Société de physique*) a proposé un nouvel étalon de lumière à acétylène. L'expérience montre que l'acétylène brûle dans de bonnes conditions à l'extrémité d'un tube de verre capillaire. Des dispositions spéciales rendent l'appareil peu sensible aux variations de hauteur de la flamme et, par conséquent, aux variations de pression du gaz.

Pendant que nous sommes dans le domaine de l'analyse qualitative, signalons l'œuvre que *Arthur A. Noyes* poursuit depuis plusieurs années (*S. of arts*, Boston, v. xvi, xvii) pour établir un système englobant presque tous les éléments métalliques, et qui permette de les déceler même s'il ne s'en trouve que la quantité minime de 1 ou 2 milligrammes. L'auteur nous a donné jusqu'ici la préparation de la solution, et l'analyse du groupe du tungstène. Nous désirons surtout lui voir bientôt publier ce qui concerne le groupe des métaux rares.

MANCHONS A INCANDESCENCE

La théorie des manchons à incandescence a été étudiée par *Vivian B. Lewes* (*Chemical News*, 1903, p. 62). Ses conclusions sont que « l'oxyde de thorium, vu sa non-conductibilité, qui est due à son état poreux, à sa faible chaleur spécifique, à son faible pouvoir émissif pour la chaleur, peut être porté à la température de la flamme, tandis que l'action catalytique sur les gaz de la flamme encore non brûlés et sur l'air l'élève à peu de degrés au-dessus de ce point. L'oxyde de cérium, ajouté dans la proportion de 1,5 pour 100 en poids ou 0,15 pour 100 en volume, n'intervient pas dans les mêmes conditions, mais par son pouvoir catalytique plus considérable, il tend à localiser la combustion des constituants combustibles des gaz de la flamme sur les particules de l'oxyde de cérium, et par le fait de cette localisation, il les porte à une température bien supérieure à celle du manchon, température, néanmoins, qui ne peut pas être déterminée au couple thermo-électrique, car celui-ci donne seulement la température moyenne de la masse en contact, et est impuissant à donner la température localisée sur les 0,15 pour 100 d'oxyde de cérium. Une proportion plus élevée d'oxyde de cérium entraîne un refroidissement tout à la fois du manchon et de la flamme, par rayonnement, et ce refroidissement est si rapide qu'avec 10 pour 100 le

manchon ne donne pas plus de lumière qu'un manchon d'oxyde de thorium, mais le rayonnement calorifique est plus grand. »

Un nouveau minéral radifère a été trouvé par *J. Dane* (Comptes rendus, 1903), dans certains terrains plombifères des environs d'Issy-l'Évêque (Saône-et-Loire). Les matières radio-actives de ces terrains sont une pyromorphite, des argiles plombifères et des pegmatites. Aucun de ces minéraux ne contient d'uranium. Certains échantillons de pyromorphite ont une activité atteignant plusieurs fois celle de l'uranium, mais, en général, l'activité est beaucoup plus faible. La teneur en radium est variable. Une tonne de minerai peut fournir des quantités de bromure de radium de l'ordre de grandeur du centigramme. A Issy-l'Évêque, ces minéraux se sont présentés en quantités suffisantes pour que l'on ait pu établir un traitement en vue de l'extraction des sels de radium. Ce traitement a été effectué à l'usine de M. Armet de Lisle, à Nogent-sur-Marne.

UTILISATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

J'aurai souvent l'occasion dans ces notes, je l'espère du moins, de revenir sur l'utilisation directe de l'azote atmosphérique. On nous promet, pour l'an de malgrâce 1940, l'épuisement des gisements de salpêtre du Chili, et les inventeurs se préparent dès maintenant. Je citerai aujourd'hui le procédé de *C. Birkeland* et *S. Eyde* de Christiania, qui dérive des travaux antérieurs de Priestley et Cavendish, Bradley et Lovejoy, de Kowalski et Moscicki, etc., sur la production électrique des composés nitrés. On sait que l'arc électrique subit, dans un champ magnétique, une déviation perpendiculaire à la force. Les inventeurs ont tiré parti de ce fait pour obtenir en four électrique des milliers d'étincelles électriques dans l'espace d'une minute. L'air s'y charge de 2 à 3 p. 100 de bioxyde d'azote qu'il est facile de transformer en peroxyde, et par conséquent en azotate. Ce four pourrait produire 900 kilos d'acide nitrique par an et par kilowatt. Dans une discussion qui a eu lieu au dernier Congrès international d'électricité à l'Exposition de Saint-Louis, le Dr E. F. Roerber de New-York a suggéré d'employer, pour produire l'arc et ses ruptures, un courant direct et un champ magnétique tournant, de façon à faire produire aux arcs une sphère au lieu d'une disque, ce qui évidemment augmenterait les contacts avec l'air.

NITRATE DE SOUDE EN AGRICULTURE

M. L. Grandeau (*J. d'agr. pratique*, p. 109) revient, avec toute l'autorité qui s'attache à sa haute compétence, sur l'emploi du nitrate de soude en agriculture, à propos des essais de *P. Wagner*. Les expériences du professeur allemand ont porté sur 1074 parcelles d'un are chacune, situées dans le grand-duché de Hesse. Elles ont fourni des rendements toujours supérieurs avec le nitrate de soude à ceux procurés par le sulfate d'ammoniaque ; les récoltes ont utilisé 62 p. 100 de l'azote nitrique contenu dans les fumures contre 43 des cent parties d'azote ammoniacal. M. Grandeau remarque que si, dans les champs d'expériences de la Hesse, le nitrate de soude l'a emporté notablement sur le sulfate d'ammoniaque, il n'en est pas toujours ainsi ; la nature des sols et les conditions météorologiques peuvent modifier les relations des deux engrais au point de vue des rendements. On ne peut donc trop recommander aux cultivateurs d'insti-

tuer, dans leurs propres champs, des essais comparatifs, répétés pendant plusieurs années. Ces expériences pourraient les guider très utilement pour leurs fumures.

Nous avons lu avec le plus vif intérêt dans le journal *Le Temps* deux études de M. L. Grandeau sur l'épuration bactériologique des eaux d'égout par filtration sur lits à carboferrite et sprinklers, procédé continu de Candy : procédé intermittent de Calmette, et nous pensions donner ici leurs conclusions. Mais notre *Bulletin* a publié dans son dernier numéro une étude magistrale de M. Grandeau sur le premier.

MOELLEUX DES VINS

M. A. Müntz (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1905, I, 346) a cherché à caractériser quelles sont les causes du *moelleux* des vins. Cette expression imagée rend très bien la pensée des personnes habituées à la dégustation. Mais la nature des substances auxquelles elle est due est encore inconnue, au point de vue chimique.

« Le moelleux ou velouté, c'est-à-dire cette sorte de viscosité appréciable au palais qui fait quelquefois dire que le vin roule dans la bouche, n'est certainement pas dû aux principes qui constituent essentiellement le vin, puisque beaucoup de vins contenant ces principes ne le possèdent pas. Puisqu'elle est exceptionnelle, c'est à des matériaux exceptionnellement présents qu'il faut l'attribuer.

« Dans beaucoup de cas, et surtout lorsqu'il s'agit de vins liquoreux, ce sont les sucres et principalement la lévulose qui donnent aux vins cette viscosité. Mais ce n'est pas aux sucres seuls qu'elle est due, puisque, à égalité de richesse saccharine, les vins ont un moelleux variable, et puisqu'on retrouve ce moelleux dans des vins dont le sucre a disparu par la fermentation. »

M. Müntz expose la question avec un trop heureux choix d'expressions pour que nous ne le citions pas textuellement. Il attribue le moelleux à la présence de certains corps gommeux, lorsqu'il y coexiste de la pectine ; il la caractérise avec une grande netteté par sa transformation en une gelée d'acide pectique sous l'influence de la pectase.

On sait quel degré de viscosité la pectine communique aux liquides, et M. Müntz attribue une part prépondérante dans le moelleux, qu'il a pu d'ailleurs communiquer à des vins qui ne le possédaient pas, en les additionnant d'une petite quantité de pectine.

Ce point acquis, il restait à étudier l'origine et les modifications des corps pectiques existant dans le vin, en partant du raisin pour aboutir au liquide fermenté. La pectine soluble existe dans le liquide sucré des grains de raisins ; sa proportion augmente avec la maturité, et surtout lorsque la maturité est dépassée. C'est ce qui se produit également dans le blessissement des poires. La proportion de corps pectiques oscille dans le raisin entre 1 et 3 p. 1 000. 1 kilogramme de raisin mûr renferme 1 gr. 90 de pectose insoluble et 0 gr. 72 de pectine soluble ; soit 1 gr. 03 de pectine soluble p. 1 000 de moût. Si, comme on le fait quelquefois, on chauffe le raisin en vue d'obtenir certaines qualités de vins, on exagère l'effet dû à la maturation, en transformant en pectine soluble la pectose insoluble des tissus, par une action bien connue de l'acidité. On a alors des moûts très visqueux, et ultérieurement des vins ayant beaucoup de moelleux. Au cours de la fermentation de la vendange, une partie des corps pecti-

ques disparaît assez rapidement; une partie se retrouve à l'état de corps gommeux dans le vin, mais s'il persiste quelque pectine soluble, en raison de son abondance dans le raisin, par suite du degré de maturité, on peut la retrouver avec ses caractères propres, et le vin possède du velouté.

PROTECTION CONTRE LES VAPEURS DE MERCURE

M. Tarugi (*Gazetta chimica*, XXXIV, p. 486) attire l'attention sur l'application de l'aluminium comme moyen défensif dans le mercurisme aigu et chronique. Ses masques respiratoires, formés d'un treillis de fils d'aluminium, sont brevetés, et leur efficacité complète a été reconnue dans l'exploitation des mines de mercure de la Société du mont Amiata. Ils arrêtent toutes les vapeurs de mercure avant leur arrivée dans les voies respiratoires.

NOTES DE MÉCANIQUE

OUTILS A POINTE DE DIAMANT, d'après *M. Henning* (1).

Certaines substances, telles que l'acier très dur, le papier et le caoutchouc durci, résistent à l'attaque des outils en acier les mieux trempés; il faut avoir recours à des outils à pointe de diamant, dont les figures ci-dessous représentent quelques types.

Les diamants employés sont de deux sortes : le diamant noir, amorphe, à cassure de teinte grise pourprée; c'est le plus dur, et le Bort, entièrement cristallin, transparent, et de toute couleur. Il est très dur, mais fragile, et se clive facilement en plans parallèles aux faces de sa cristallisation octaédrale ou dodécaédrale.

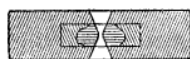


Fig. 1.

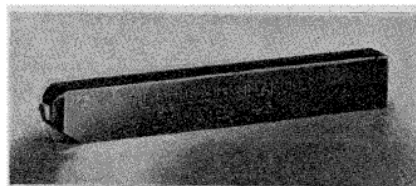


Fig. 2.

Le diamant se travaille par perçage, coupe et polissage.

Pour produire une pointe ronde ou cylindrique, on assujettit le diamant, par un ciment, sur le plateau d'un tour marchant à 350 tours par minute, et on le rode au moyen d'un autre diamant assujetti de même au bout d'un bâton. Le polissage se fait en appuyant le diamant convenablement chargé sur un disque de fonte, faisant de 2 500 à 3 500 tours par minute, et recouvert d'un mélange de poudre de diamant et d'huile d'olive. Les plans ainsi polis se coupent suivant des arêtes extrêmement tranchantes, auxquelles on donne l'inclinaison voulue. Le diamant noir ne peut pas se polir, comme le Bort, en raison de sa structure amorphe, mais il se coupe comme lui au tour.

Le perçage des diamants se fait par des aiguilles d'acier très fines, enduites d'un mélange de poudre de diamant et d'huile, en faisant marcher l'aiguille ou le diamant à 10 ou 13 000 tours par minute, et en l'appuyant par une came qui en règle la pression au moyen d'un ressort. Il faut parfois des journées entières pour percer ainsi, par

(1) *Engineering News*, 19 janvier, p. 60.

exemple, le trou d'une filière en diamant. La préparation du diamant pour son perçage se fait souvent en amorçant, de chaque côté de son épaisseur, un trou conique ne laissant qu'une mince cloison à percer; le travail du perçage est ainsi réduit au minimum. Après ce perçage, le diamant se monte sur un polissoir faisant de 3500 à 6000 tours par minute, et l'on finit le trou en y passant rapidement, en va-et-vient, une aiguille d'acier, au calibre exact du trou, et recouverte de poussière de diamant et d'huile.

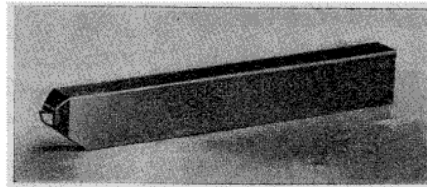


Fig. 3.

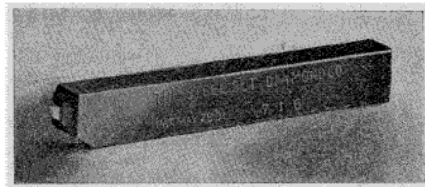


Fig. 4.

Les outils en diamant servent au rhabillage ou déglacage des meules en émeri, au travail des balais en charbon durci des dynamos et à l'exécution de certains travaux de haute précision, pour la lithographie, la taille des réseaux et des échelles de division.

Les filières de diamant sont presque indispensables pour l'étirage des petits fils au

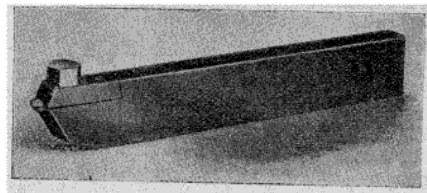


Fig. 5.

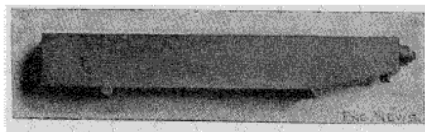


Fig. 6.

diamètre exact, en raison de l'usure rapide des filières en acier, même le plus dur. La figure 1 représente l'une de ces filières, avec le diamètre du trou très exagéré. Le diamant est pris dans un anneau d'acier coulé autour de lui et entouré d'une rondelle de bronze également coulée, ce qui rend le diamant très solide contre l'éclatement. Les trous des filières s'abaissent souvent à 2 centièmes de millimètre, et sont exacts au 2 millièmes. L'on étire souvent les fils de cuivre de $1^{\text{mm}},8$ à $1^{\text{mm}},6$ en une seule passe, puis, par des filières graduellement décroissantes, en 10 passes, de $1^{\text{mm}},6$ à $0^{\text{mm}},5$, ensuite, par millième de ponce ($0^{\text{mm}},02$) jusqu'à $0^{\text{mm}},2$ et, par 2 millièmes de ponce, jusqu'à $0^{\text{mm}},002$. Les différents métaux se classent dans l'ordre suivant au point de vue de la rapidité de l'usure des filières de diamant : acier dur, fer, nickel, acier doux, platine, bronze, laiton, cuivre, argent, or. Ces filières peuvent durer une année en travail continu. On cite une filière de $0^{\text{mm}},10$ de calibre, qui a étiré plus de 23 000 kilogrammes de cuivre doux.

Le diamant s'emploie, comme le savent nos lecteurs, de plus en plus pour le travail des pierres et les perforatrices rotatives.

Le diamant peut se recouvrir, par galvanoplastie, d'un dépôt de métal autour duquel on peut couler le métal sertisseur du diamant, sur lequel il adhère ainsi très fortement. On peut ainsi sceller le diamant dans des matrices en acier serties ou brasées dans des anneaux de bronze (1) de la façon la plus solide.

Cette méthode de fixation remplace avantageusement l'ancien sertissage par refoulement d'une masse de cuivre autour du diamant logé dans un trou d'à peu près sa forme, qui donnait une tenue moins forte et exposait à briser le diamant.

Le verre et la porcelaine se percent facilement par des pointes de diamant en pyramides triangulaires, avec graissage par de l'essence de térébenthine; ces pointes durent un ou deux ans.

L'outil de tour (fig. 2) a une pointe en diamant arrondie; celle de la figure 3 est en V; l'outil (fig. 4) convient pour le tournage très fin du caoutchouc durci; celui de la figure 5 sert au tournage des cylindres calendriers pour papiers. La pointe ronde de l'outil (fig. 6) peut facilement s'enlever en dévissant son boulon de serrage. Ces cylindres doivent être tournés avec la plus grande exactitude. La vitesse de coupe, au tournage, atteint avec ses outils jusqu'à 2^m,50 par seconde, en coupes extrêmement légères.

Ces outils en diamant s'usent très lentement; le risque est de les briser dans un choc, de sorte qu'ils doivent être manipulés avec grand soin. Un foret pour verre dure jusqu'à deux années.

GRUES FLOTTANTES DES PORTS DE DANTZIG ET DE RIGA (2)

La grue flottante du port de Dantzig, construite en 1904 par la maison Bechem et Keetman, de Duisbourg, est du type représenté par les figures 1 à 3, constitué, essentiellement, par une charpente en treillis dont l'inclinaison peut se régler par des vis de manière que sa portée varie de 4^m,20 à 30^m,27 (fig. 2). Les schémas (fig. 4 et 5) montrent clairement l'avantage qui en résulte sur les bigues de l'ancien type, dont le crochet ne pouvait dépasser le milieu du navire en chargement.

Les charges varient de 100 tonnes, à la portée de 19^m,70 (150 tonnes aux essais) à 80 tonnes à 25 mètres. La hauteur maxima de la bique est de 47^m,80.

Le ponton a 27^m × 20 × 3, avec deux hélices, commandées par un moteur de 60 chevaux et pouvant lui imprimer une vitesse de 3 à 4 nœuds. Le ballast, de 129 tonnes d'eau, est desservi par une pompe qui peut débiter de 1 mètre cube à 1^m,2 par minute. Le ponton porte deux chaudières tubulaires de 3^m,95 × 1^m,834 de diamètre, dont une de rechange avec, chacune, une grille de 1^m,425 et une chauffe de 47 mètres carrés.

Le service de la bique comprend un treuil de 2 tambours à 8 câbles de 100 tonnes; un treuil à 2 tambours et 4 câbles de 20 tonnes, et un treuil auxiliaire pour charges de 1 500 à 3 000 kilogrammes, suivant le mouflage. Les vitesses des levées sont : pour

(1) *Bulletin* d'avril 1900, p. 660, Sertissage de Bullock.

2. V. *Deutscher Ingenieur*, 2 juillet 1904 et 7 janvier 1905.

Tome 107. — *Ferrier* 1903

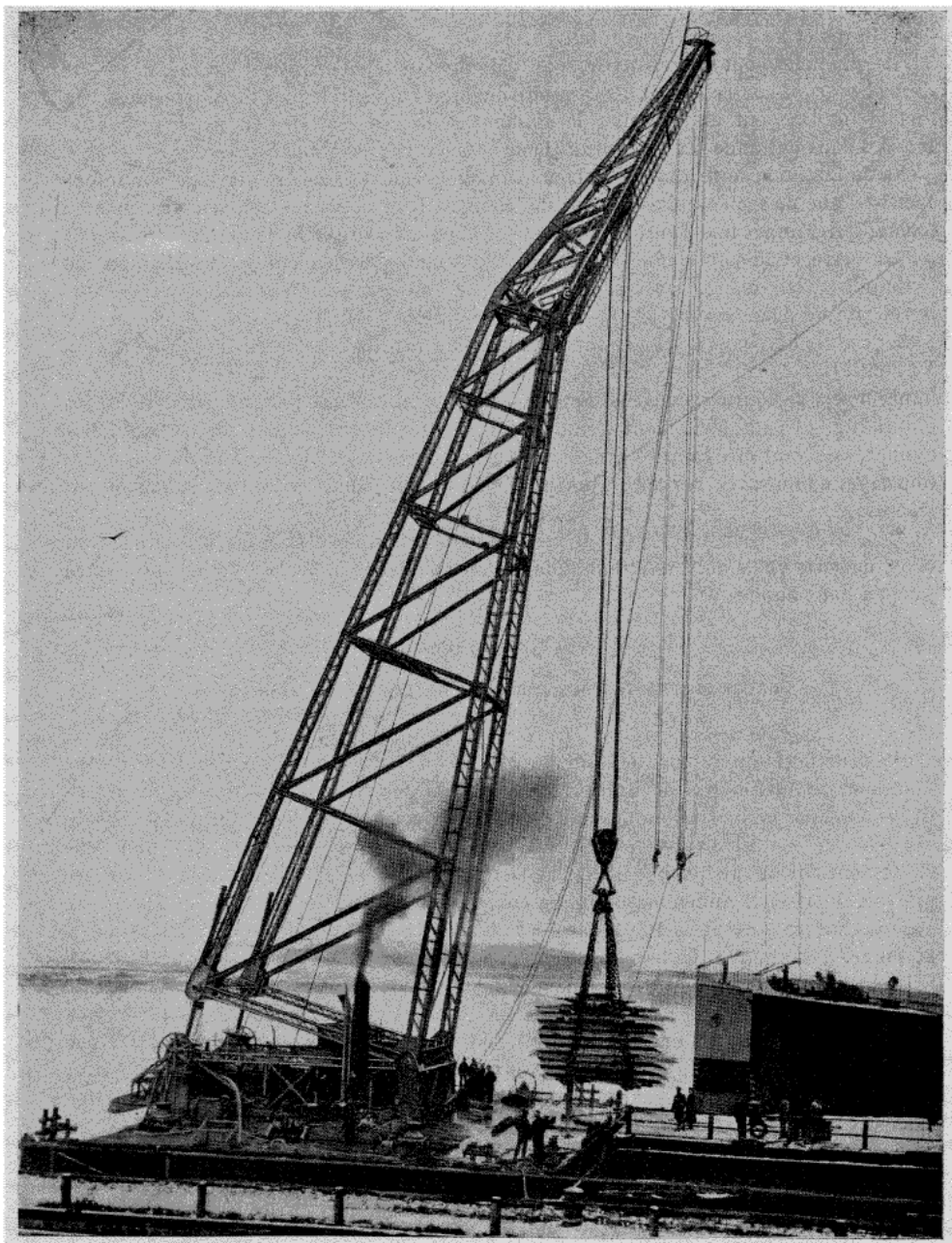
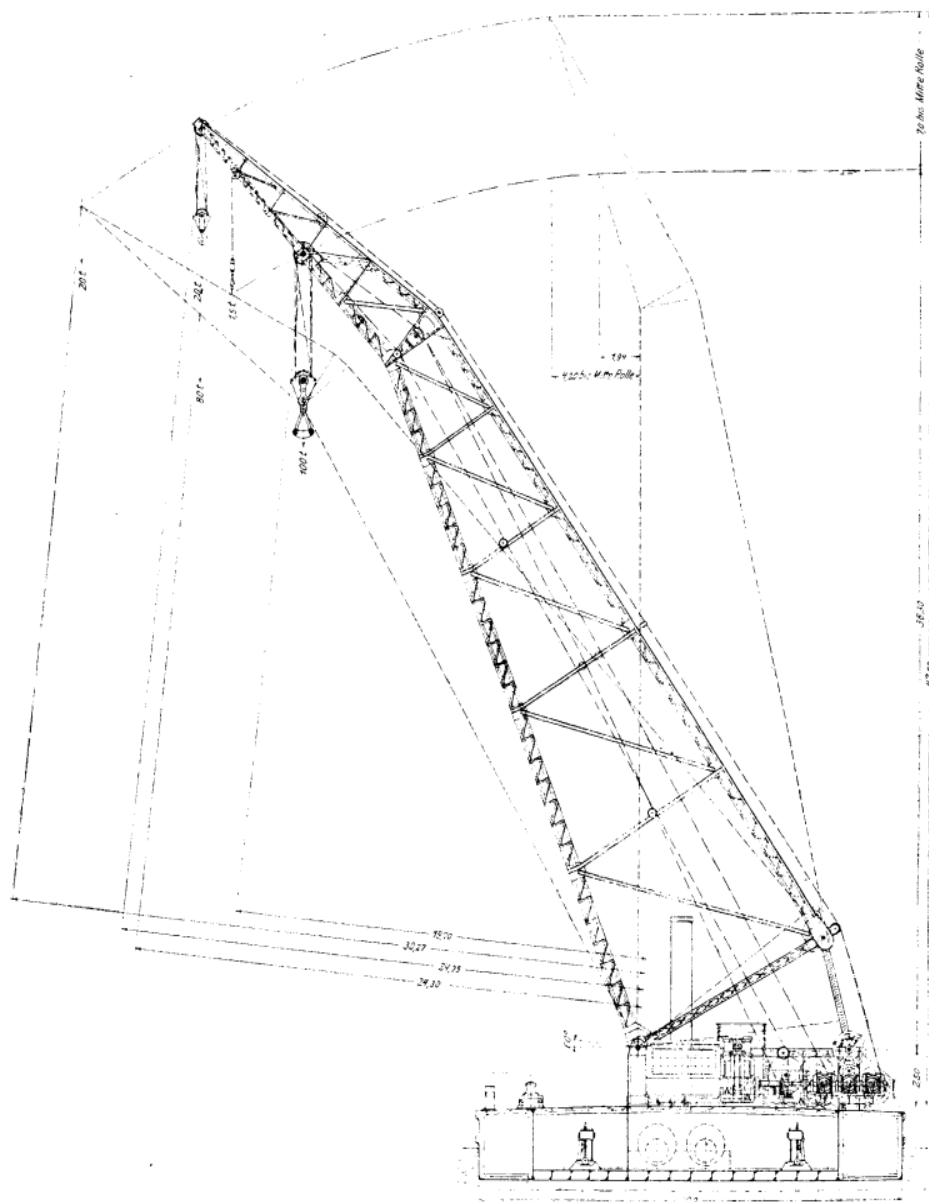


Fig. 1. — Grue flottante de 100 tonnes du port de *Dantzig*.

le gros treuil, de 3^m,50 par minute avec 100 tonnes, et de 1^m,50 entre 40 et 100 tonnes



10 à 20 tonnes. La vitesse de levée de l'auxiliaire est de 30 mètres par minute.
Ces treuils sont commandés, par transmissions à embrayages et changements de

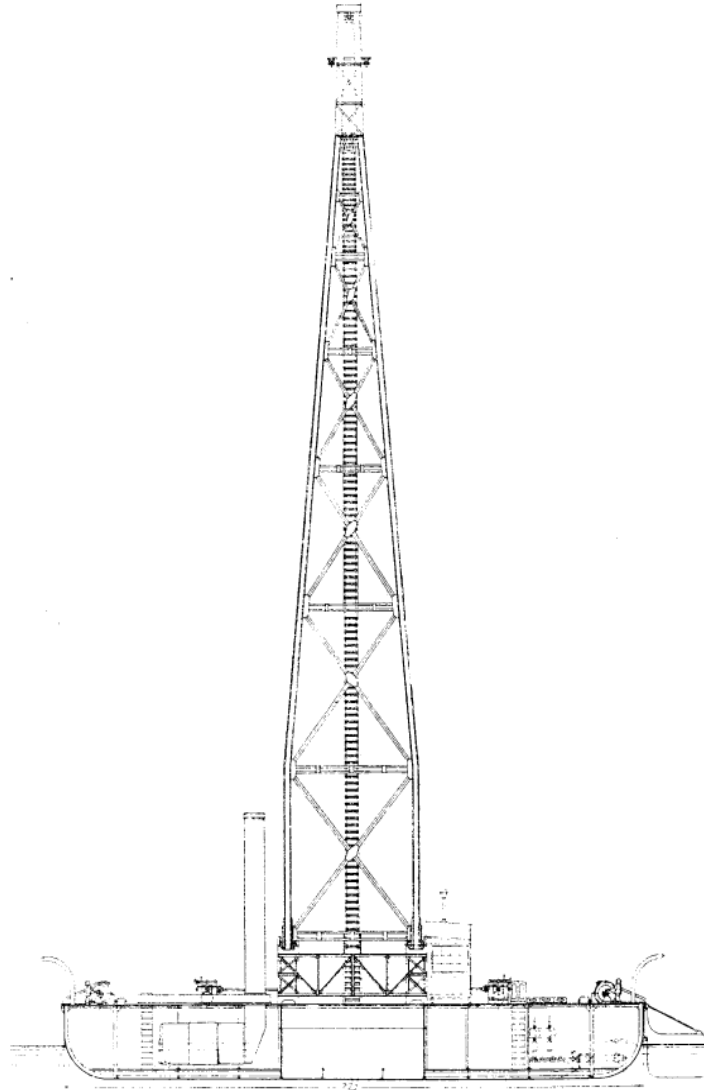


Fig. 3. — Grue de Dantzg. Vue par bout.

vitesse, d'un moteur vertical à 2 cylindres de 280×450 , faisant 120 chevaux à 120 tours, avec une pression d'admission de 9 kilogrammes.

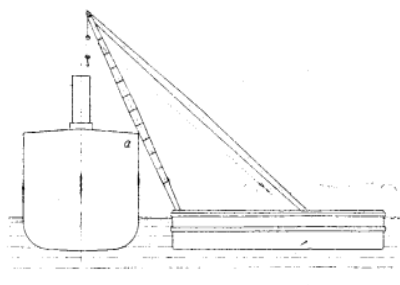


Fig. 4. — Ancienne forme.

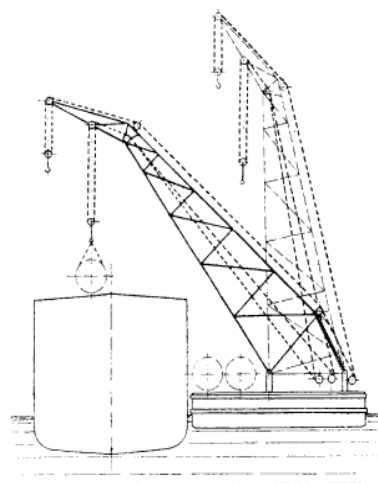


Fig. 5. — Nouvelle forme.

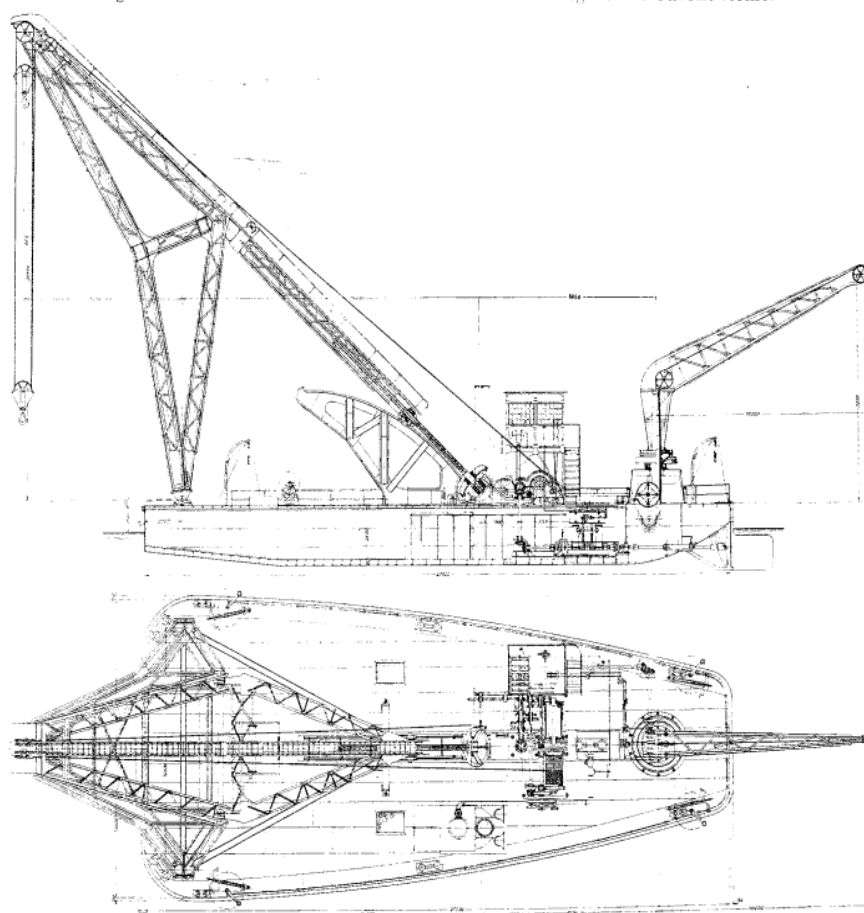


Fig. 6. — Grue flottante de Riga.

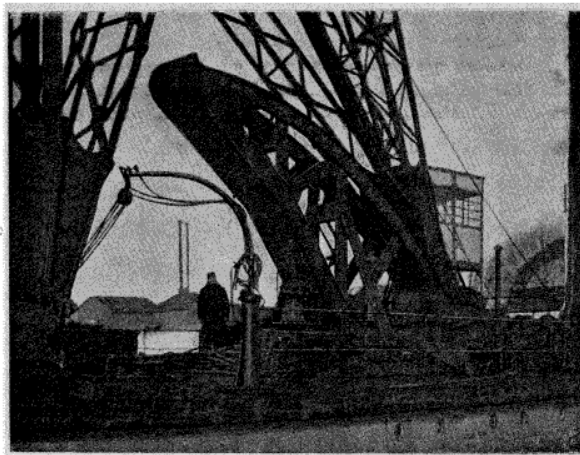


Fig. 7. — Grue de Riga, détail du chemin de roulement des galets de la volée.

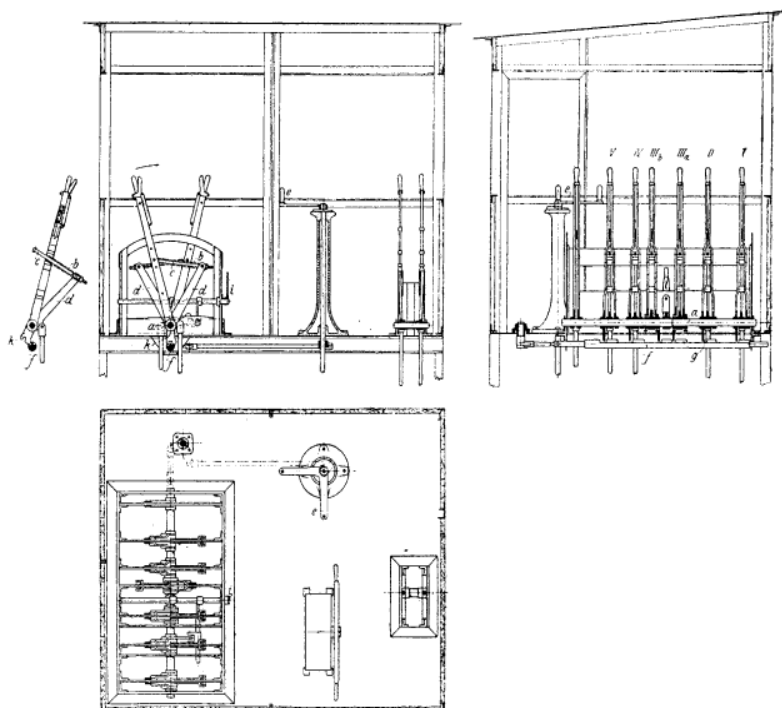


Fig. 8. — Grue de *Riga*. Cabine de manœuvre des appareils de levage *c*. mise en marche de la machine: *f*, barre d'enclenchement général; *h*, barre d'enclenchement des changements de vitesse; *g*, leviers de commande de la grue à pivot; *a*, axe des leviers; *b*, ressorts de rappel.

La bigue de Riga, construite par les ateliers russes de Kramatorskaja, gouvernement de Kharkow, est aussi à volée réglée par une vis (fig. 6) et peut lever 20 tonnes à la portée de 13^m,75 ; 50 à 9^m,13 et 65 à 5 mètres ; hauteur moyenne de la levée, 18^m,30.

Le ponton, de 27^m,50 × 13 mètres sur 1^m,60 de tirant, avec 60 tonnes de water ballast et une charge de 66 tonnes à la bigue, porte à l'arrière une grue tournante de 13 mètres de volée et de 7 tonnes de charge.

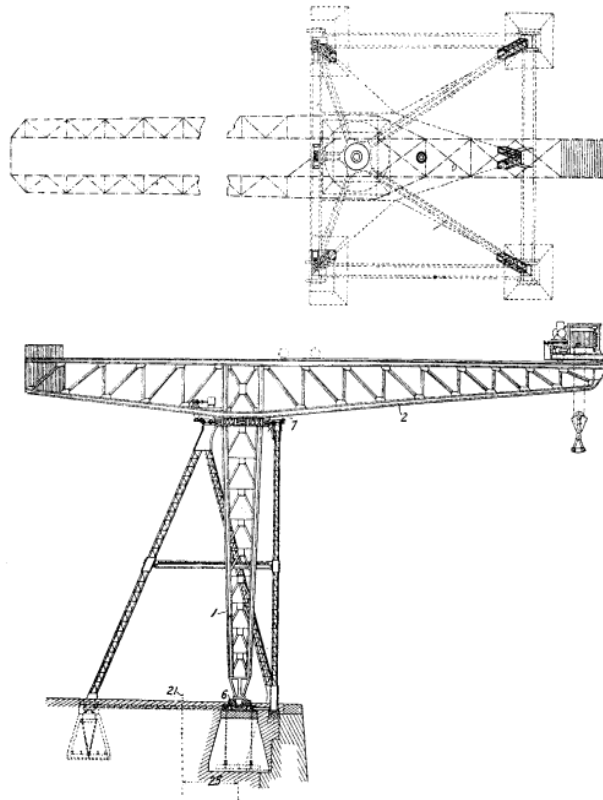


Fig. 9 et 10.

La vis qui commande l'inclinaison de la bigue a 9^m,60 de long × 260 millimètres de diamètre, avec un pas de 86 millimètres ; son écrou, attelé à une traverse qui attaque la bigue par deux bielles et est portée, par des galets, sur deux chemins de roulement de 8^m,50 de long (fig. 7) à courbure calculée de manière que la vis ne supporte que des efforts suivant son axe ; ces efforts varient de 85 tonnes de traction à 25 tonnes de compression. Les rotules de pivotement de la bigue, à 2^m,30 du bord du ponton, sont écartées de 10^m,50.

Le treuil de la bigue est à deux tambours indépendants et embrayables à volonté. La vis de volée est commandée par (fig. 6) un pignon en deux pièces de 1^m,75.

Une même machine verticale à deux cylindres, avec changement de marche à coulisse et marchant à 150 tours, puissance 125 chevaux, actionne toutes les manœuvres de la bigue et de la grue tournante ainsi que les hélices du ponton. La chaudière tubulaire, timbrée à 7^{kg},5, a 30 mètres carrés de chauffe.

Toutes les manœuvres de la grue et de la bigue sont dirigées, d'une cabine centrale, par les leviers à enclenchements indiqués en (fig. 8).

Les vitesses de levée de la bigue sont respectivement de 2^m,20, 3 mètres et 7^m,50 par minute, pour des charges de 63, 50 et 20 tonnes; la vitesse de levée de la grue est de 30 mètres.

La grue pivotante représentée par les figures 9 et 10 construite par Bechem et Keetman, de Duisbourg, est du même type général que celle de 150 tonnes, de Bremerhaven, décrite à la page 1812 de notre *Bulletin de décembre 1899*; mais son pivot, au lieu de tourner au centre 21 de la base d'appui de son chevalet, en est excentré d'une distance 25, ce qui réduit d'autant le porte à faux de la volée du côté de l'eau, ainsi que la fatigue du chevalet et de ses fondations dont on peut réduire les masses en conséquence. Les galets-guides 7 du pivot 1 sont aussi moins chargés. Sous une autre forme, on peut, avec une volée égale au-dessus du navire en chargement, réduire de 25 la longueur du bras 2.

ESSAIS D'ÉPROUVETTES EN CHARGES ALTERNATIVES AU *National Physical Laboratory* (1)

Ces essais ont pour objet de soumettre les épreuves à des efforts alternativement répétés de compression et de tension, analogues à celles que leurs métaux sont appelés à supporter, dans la pratique, sous la forme, par exemple, de bielles ou de tiges de pistons.

La machine exécutée pour ces essais, par MM. Reynolds et Smith, se compose

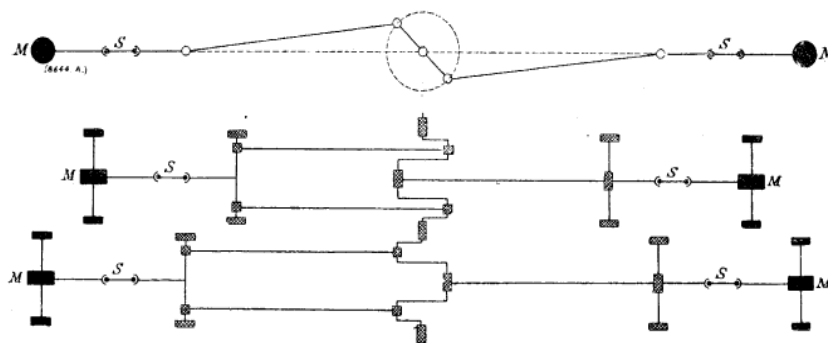


Fig. 11. — Appareil pour l'essai des épreuves en charges alternatives du *National Physical Laboratory*.

essentiellement (fig. 11) d'un équipage de quatre manivelles et bielles, dont deux doubles, exactement équilibrées autour de leur axe, et attaquant autant de masses-glissières M par les épreuves à essayer S. Les masses en mouvement alternatif sont

1) *Engineering*, 17 février, p. 201.

rigoureusement égales. Les portées des manivelles ont 76×100 millimètres de long, et un rayon de 50 millimètres, de sorte que, à 1100 tours, leurs masses réduites de 59 kilogrammes exercent sur leurs portées un effort maximum de 390 kilogrammes. Pour la plus grande vitesse, de 1100 à 2000 tours par minute, on réduit le rayon des manivelles. Le graissage se fait par de l'huile forcée sous une charge de $4^m,20$ dans l'axe de l'arbre des manivelles par une came qui l'y laisse entrer toutes les minutes et demie. Les bielles sont les plus légères possible (fig. 12). L'axe des crosses principales est en un tube de 63 millimètres de diamètre extérieur, avec patins en fonte sur glissières en fonte. Les crosses d'attache des éprouvettes sont aussi (fig. 13) à glissières sur

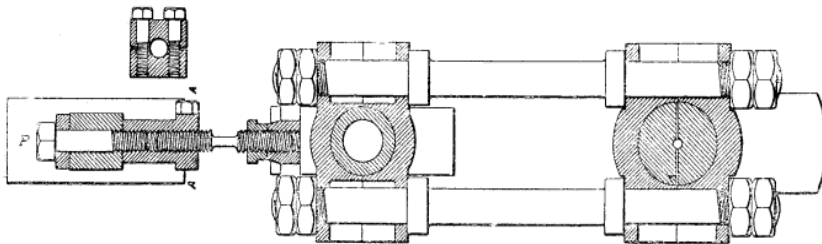


Fig. 12.

fonte, avec masses de fonte additionnelles boulonnées symétriquement de chaque côté de l'axe de manière à permettre d'en varier la masse totale. Le graissage se fait par injection d'huile sous les patins de manière à en réduire le frottement au minimum.

Les éprouvettes sont (fig. 13) cylindriques, de 127×19 millimètres, réduits à 6 mil-

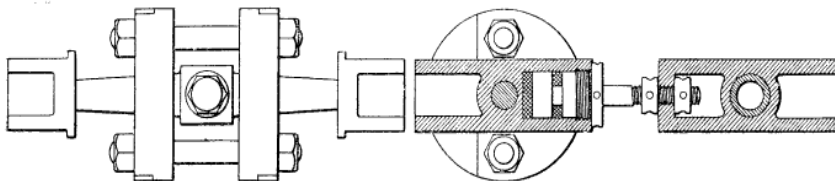


Fig. 13.

Fig. 14.

limètres au centre, sur une longueur de 50 et vissées aux deux bouts sans torsion; à cet effet, la mâchoire de droite, en figure 3, est en forme d'écrou fendu, assujéti à sa crosse par un boulon P, puis serré sur l'éprouvette par deux vis AA. Les glissières des masses sont reliées à celles des bielles non seulement par les éprouvettes, mais aussi par des pistons à (fig. 14) rondelles de caoutchouc, avec un très faible jeu. Dès qu'une éprouvette se brise, les pistons correspondants entrent en fonction de sorte que la masse correspondante continue à être entraînée sans déséquilibre de la machine, et, en même temps, le petit mouvement de serrage des pistons de connexion sur leurs rondelles de caoutchouc ferme un contact électrique avertisseur de la rupture de l'éprouvette.

L'arbre de la machine est commandé par une dynamo qui permet d'en régler la vitesse à 1 p. 100 près entre 500 et 200 tours par minute. Un compteur donne la vitesse

et les nombres de tours. Le châssis de la machine est suspendu à 4 tiges d'acier de 13 millimètres de diamètre, qui lui laissent toute liberté de mouvement latéral, de sorte que le moindre déséquilibre est aussitôt signalé.

Des expériences ont montré que la résistance de frottement des bielles est, sous leur graissage forcé, très faible et indépendante de l'importance des masses en jeu ; la résistance des crosses est, au contraire proportionnelle à leur vitesse ; celle des portées est proportionnelle à la racine carrée de la vitesse, et la résistance totale de la machine proportionnelle à une puissance de la vitesse variable entre 1,5 et 2. A 800 tours par minute, la puissance totale est d'environ 3 chevaux, ce qui est faible en considération des grandes surfaces frottantes : 645 centimètres carrés aux portées des arbres et manivelles et 2 900 aux glissières.

La résistance de frottement des crosses, proportionnelle à la vitesse, est presque nulle aux points morts, où les forces d'inertie exercent sur les éprouvettes leurs efforts maximum, de sorte que l'on peut négliger ce frottement. On a, pour calculer ces forces d'inertie, tenu compte de l'obliquité des bielles, dont l'influence est assez faible pour que l'on puisse les déterminer par la formule

$$\frac{w}{g} w^2 r \left(1 + \frac{r}{l} \right) \text{ kil.}$$

pour les efforts maximum de traction, et

$$\frac{w}{g} w^2 r \left(1 - \frac{r}{l} \right) \text{ kil.}$$

pour les efforts maximum de compression.

Dans ces formules, on désigne par w le poids de la glissière d'attache et de sa masse, en kilogrammes, r le rayon de la manivelle, a la vitesse angulaire du bouton de la manivelle, l la longueur de la bielle.

L'effort maximum de traction est, ainsi, de 1,4 fois celui de compression, différence qui correspond approximativement à ce qui se passe dans les tiges de pistons. Avec des rayons de manivelle plus petits, on arrivera à presque égaliser ces efforts, et les résultats obtenus avec ces petits rayons et les grands donneront probablement des renseignements très intéressants sur l'endurance des pièces soumises à des efforts alternatifs variés.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 27 janvier 1905.

Présidence de M. HUET, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

Il fait part des décès de *M. J. Hignette*, ingénieur des arts et manufactures, membre de la Société, et de *M. J. Baur*, employé à la bibliothèque de la Société; il se fait, auprès des familles de ces messieurs, l'interprète des vifs regrets du Conseil.

M. Schribaux, directeur de la section d'essai des semences au ministère de l'Agriculture, remercie la Société de la *subvention de 2000 francs* qui lui a été accordée pour ses recherches.

M. Du Pasquier, 14, rue Gambetta, à Asnières, présente un *conveyeur hélicoïdal*. (Arts mécaniques.)

M. C. Brison, 3, rue Claude, demande une annuité de brevet pour une *roue élastique*. (Arts mécaniques.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil avec remerciements aux donateurs, les ouvrages signalés à la fin du *Bulletin* de janvier.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale, outre la *chaudière du colonel Renard*, décrite au *Bulletin* de janvier, les nouveautés suivantes, parues dans les périodiques de la dernière quinzaine.

Je vous ai entretenus, dans mes dernières communications, du progrès des locomotives de plus en plus puissantes et rapides, parallèlement auquel se dessine, mais avec moins d'ampleur, celui du matériel à marchandises, avec ses wagons de plus en plus grands, et pourvus, dans bien des cas, de moyens de déchargement très rapides. A côté de cette tendance à la mise en œuvre d'unités de plus en plus importantes, nécessitées par les exigences du service des grandes lignes, il se manifeste actuellement, pour faire face aux exigences toutes différentes des petites lignes et des voies de banlieue, une tendance à la création d'unités multiples, très légères, à la formation de

trains minuscules, faciles à multiplier, et constitués, à la limite, par un seul véhicule renfermant son propre moteur, ou par une *automotrice*.

Ces automotrices, en grande majorité à vapeur, mais parfois au pétrole, à l'électricité, ou du type dit « pétro-électrique », c'est-à-dire où la puissance développée par un moteur à pétrole se communique aux essieux par une transmission électrique, se répandent de plus en plus. On en trouve, en France, sur le Nord, sous la forme de grandes voitures à vapeur de 26 mètres de long et pesant, avec leurs 82 voyageurs, 43 tonnes environ, puis sur le P.-L.-M., l'Orléans et l'État. La vapeur, exclusivement appliquée sur nos chemins de fer, domine partout dans ces automotrices; ce qui s'explique en partie par leur dérivation alors presque directe de la locomotive, par leur marche économique et silencieuse; mais la vapeur y est, dans quelques cas, activement concurrencée par les types à essence ou à pétrole, dont la conduite très facile n'entraîne aucun danger, dont l'entretien est très bon marché, et qui ne font pas de fumée.

Ces automotrices, bien qu'à leur début, présentent un vif intérêt, car elles semblent devoir se développer rapidement; c'est à ce titre que j'attire votre attention sur un important rapport présenté à ce sujet par MM. Kéromnès, Léchelle et E. Sartiaux, et publié dans le Bulletin de janvier du *Congrès international des chemins de fer*.

Vous trouverez, dans ce même Bulletin, un très remarquable rapport de M. E. Girard sur la question de la *traction électrique* en Angleterre et en Belgique. D'après les conclusions de ce travail, qui confirment celles, que j'ai eu l'honneur de vous signaler, de M. P. Dubois, par rapport à la traction électrique sur nos chemins de fer français (1), « les résultats connus donnent un accroissement immédiat du nombre de voyageurs et de la recette, une forte diminution des dépenses par train-kilomètre; une augmentation de la vitesse, une amélioration du confort, surtout en tunnels, et, partant, une sérieuse répercussion sur le mouvement des voyageurs », et le rapporteur ajoute que « les dangers, pour la circulation des personnes au voisinage du troisième rail, ainsi que ceux qui naîtraient des courts circuits, peuvent être aisément écartés ».

Comme complément aux quelques renseignements que j'ai pu vous donner, dans notre séance du 13 janvier, sur les projets présentés pour l'*élévateur pour bateaux de Prérâu*, je suis heureux de pouvoir signaler aujourd'hui celui des « anciens établissements Cail ». Ce projet, étudié, pour la partie électrique, par la Société « Vereiligte Electricitats » de Vienne, et pour la partie mécanique, par M. Ravier, ancien ingénieur des constructions navales, a été classé le second des trois projets acquis par le gouvernement autrichien dans les conditions prévues au concours.

D'après une communication de ses auteurs mêmes, ce projet comporte, comme celui qui remporta le premier prix, un plan incliné de 40 millimètres par mètre, à deux voies, sur chacune desquelles circule un sas métallique pouvant porter un bateau. Chacun des sas est porté sur 40 essieux par des ressorts. — 32 des 40 essieux sont moteurs, grâce à 8 dynamos qui commandent chacune 4 essieux. — En raison de la faible pente et du grand nombre des essieux moteurs, il n'y a pas de crémaillère. Les dynamos sont fixées au sas; elles sont avec axe vertical, et le mouvement est communiqué aux essieux par une transmission comportant une disposition de cardan très simple et qui paraît nouvelle.

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1010.

Le courant est donné par une station centrale à génératrices mues par des turbines hydrauliques utilisant la chute entre les 2 biefs, ou, en cas d'insuffisance d'eau, par des moteurs à gaz. Le travail fourni par le bac descendant se récupère en employant le courant soit à aider pour faire monter l'autre bac, soit, s'il n'y a qu'un bac en marche, à faire tourner une pompe centrifuge qui renvoie de l'eau du bief inférieur au supérieur. Cette pompe constitue en même temps, pour le bac descendant, un frein régulateur de vitesse.

Quelque perfectionné que soit un appareil, on est toujours exposé à une cessation instantanée de fonctionnement. Il faut donc prévoir un arrêt brusque du bac. Les dispositions présentées pour répondre à cette remarque ont particulièrement été signalées par le jury. Le bateau est transporté dans l'eau, mais avec un niveau baissé, de façon qu'il repose un peu sur le fond du bac, lequel est garni de pneumatiques recouverts de bandes métalliques flexibles sur lesquelles le bateau vient s'appuyer. En cas d'arrêt brusque du bac, il n'y aurait donc pas à craindre de mouvement dangereux du bateau.

Il a été prévu 2 systèmes de freinage indépendants : l'un se compose de freins Westinghouse à air comprimé automatiques et modérables ; l'autre, purement mécanique, consiste en freins à sabots disposés sous les roues, lesquels entrent en action par un déclic que l'on commande à volonté, ou agissent automatiquement en cas d'excès de vitesse.

Le *télégraphone* de Poulsen, dont je vais maintenant vous dire quelques mots, n'est pas entièrement nouveau ; un modèle primitif de ce très ingénieux appareil figurait à l'Exposition de 1900 ; mais ce n'était qu'un essai, bien que déjà des plus remarquables, et qui valut à son inventeur une médaille d'or.

Son principe peut se définir en disant qu'il remplace les ondulations matérielles tracées sur la cire des phonogrammes ordinaires, par le style de leur récepteur téléphonique, par des ondulations magnétiques rémanentes imprimées dans un fil d'acier qui passe sous le pôle d'un électro-aimant dont l'intensité magnétique varie en fonction de la voix qui parle sur un téléphone intercalé dans le circuit excitateur de cet électro-aimant.

Vous savez tous qu'un morceau d'acier soumis à l'action d'un pôle magnétique devient lui-même magnétique, et conserve très longtemps ce magnétisme ; et comme ce magnétisme dépend, toutes choses égales, de l'intensité magnétique de ce pôle, on comprend que, si l'on fait passer devant un pôle d'intensité magnétique variable un barreau ou un fil d'acier, les différentes parties de ce fil subiront, à mesure de ce passage, des magnétisations d'intensité variant comme celles du pôle magnétiseur même. Si donc, par un procédé quelconque, on arrive à faire varier ces intensités en fonction de la voix qui parle dans un téléphone, ce fil se couvrira d'une succession de sortes d'empreintes magnétiques assimilables aux ondulations matérielles du phonographe ordinaire. Le moyen employé consiste à intercaler un microphone à contact dans un circuit électrique primaire, dont les variations de courant, fonction des vibrations de ce microphone, excitent le circuit secondaire de l'électro-aimant qui magnétise le fil d'acier, fil qui remplace, ici, le cylindre du phonographe mécanique.

Et si, maintenant, nous faisons repasser ce fil et ses empreintes magnétiques sous l'électro-aimant, les variations ainsi déterminées dans le champ magnétique de cet électro, induiront, dans son circuit, des courants fonction de ces empreintes du fil.

c'est-à-dire de la voix même qui les a déterminées, de sorte qu'il suffira de relier ce circuit à un microphone pour lui faire parler les empreintes du fil d'acier.

C'est bien ce principe que l'on trouvait appliqué sur l'appareil primitif de 1900 ; mais cet appareil a reçu, depuis, des perfectionnements de construction qui l'ont complètement transformé.

Dans l'un des types actuels, très petit, qui ne pèse que 5 kil. environ, le fil, d'un quart de millimètre de diamètre, peut, en marchant à la vitesse de 3 mètres par seconde, enregistrer une conversation d'une demi-heure ; avec des bobines spéciales, de grosseur suffisante, on peut facilement étendre cette durée à deux ou trois heures.

On peut l'installer à côté du téléphone habituel ; et alors, en cas d'absence, grâce à une commutation spéciale, il recueille automatiquement les communications, en prévenant du fait l'abonné qui vous a appelé. En temps ordinaire, il ne gêne en rien le fonctionnement du téléphone, dont il enregistre, si l'on veut, les messages.

Enfin, le même fil peut servir indéfiniment, car il suffit, pour en effacer les empreintes, de le faire passer entre les pôles d'un électro-aimant constant, et suffisamment puissant, annexé à l'appareil.

Le mécanisme d'entraînement du fil est commandé par une dynamo minuscule et peut se ralentir et s'arrêter à volonté, pour permettre l'écriture des messages à la machine (1).

Je vous signalerai encore, dans ce domaine vraiment inépuisable de l'électricité, une curieuse tentative de retour à l'emploi des filaments métalliques pour les lampes à incandescence. Vous connaissez tous l'échec du platine, dès l'origine de ces lampes, suivi d'un long renoncement au métal, remplacé si avantageusement par le carbone. Vinrent ensuite, tout récemment, les lampes Nerst à filaments d'oxyde de magnésium et de terres rares, puis celles en filaments d'osmium, sur lesquelles on ne peut encore se prononcer. On essaya encore, mais vainement, le vanadium, puis le niobium. Actuellement, la maison Siemens et Halske vient de livrer au commerce des lampes à filament de tantale, métal dont le poids atomique vaut quatre fois celui du vanadium, et que l'on retire du fluorure double de tantale et de potassium sous la forme d'une poudre fondue ensuite dans le vide. Le métal pur ainsi obtenu résiste à tous les acides et alcalis, sauf à l'acide fluorhydrique ; sa densité est de 16,8 ; sa résistance à la traction est de 95 kil. par mm. carré ; il est malléable et s'étire en fils très fins. Son coefficient de dilatation est de 0,000008 entre 0 et 60°. La résistance d'un fil d'un mm² de section et d'un mètre de long est, entre 0 et 100°, de 0,165 ohms.

Le filament des lampes de 110 volts est très long, 650 mm. en raison de sa grande conductibilité ; il a 0^{mm},05 de diamètre, et donne 25 bougies Hefner avec une dépense de courant de 1 watt 5 seulement par bougie, ou moitié moindre que celle des lampes à filament de carbone. Ce long filament est enroulé en zigzag sur des bras radiaux de deux étoiles à support métallique ; la dimension de l'ampoule, de forme cylindrique, n'a rien d'anormal. Ce filament dure autant que ceux en charbon, résiste bien mieux aux augmentations accidentelles du voltage, aux chocs et aux vibrations ; c'est donc un filament plein de promesses, lancé par une très importante maison et, par conséquent,

(1) *Journal of the Franklin Institute*, janvier 1905.

digne de vous être signalé avec un peu moins de réserves qu'envers ses prédécesseurs (1).

A signaler encore, parmi les travaux que nous envoie si libéralement la Smithsonian Institution, deux mémoires extrêmement intéressants sur la construction des *miroirs des télescopes*. L'un de ces mémoires, celui de M. Draper, est une réimpression de l'original paru en 1864, sur la construction d'un miroir argenté de 15 pouces et demi d'ouverture (393 millimètres); l'autre, de M. Ritchey, décrit la construction et la vérification de ces miroirs au moyen d'appareils nouveaux et de procédés en grande partie mécaniques, extrêmement précis et du plus vif intérêt pour tous ceux qui s'intéressent à cette question. Cette brochure est accompagnée d'une magnifique photographie de la nébuleuse d'Andromède qui mérite, à elle seule, une visite à notre bibliothèque.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société d'Encouragement :

M. Héroult, directeur de la Société électro-métallurgique de La Praz, présenté par MM. Combes et H. Le Chatelier.

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. Toulon présente, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur les *Mires de nivellement* de M. Robain, dont les conclusions sont adoptées.

NOTICE NÉCROLOGIQUE. — M. Appert donne lecture de sa notice nécrologique sur M. de Luynes, ancien vice-président de la Société et membre du Comité des Arts chimiques.

COMMUNICATION. — M. F. Garos fait une communication sur les *nouveautés céramiques et la porcelaine à l'amiante*.

M. le Président remercie M. Garos de son intéressante communication, qui sera examinée par le Comité des Arts chimiques.

Séance du 10 février 1905.

Présidence de M. HUET, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. Collignon, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. Lapointe, industriel, 4, route d'Orléans, à Arcueil, présente à l'examen de la Société d'Encouragement ses ateliers de *fabrication mécanique des montures pour parapluies et ombrelles*. (Comité de Mécanique.)

(1) *Engineering*, 27 janvier, p. 423. *Electrotechnische Zeitung* du 26 janvier et *Revue électrique* du 30 janvier, p. 53.

M. R. Gelis, 187, rue de Grenelle, demande de réformer la *législation des brevets* de manière à réduire les frais imposés aux inventeurs pour assurer la propriété de leurs inventions. (Comité du Commerce.)

M. Taxil, 11, rue Laforet, à Avignon, remercie la Société d'Encouragement de l'annuité de brevet qui lui a été accordée pour un *pétrin mécanique*.

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 293 du présent *Bulletin*, déposés à la bibliothèque.

Revue des périodiques. — *M. G. Richard* signale les quelques nouveautés suivantes, parues dans les périodiques de la dernière quinzaine.

L'emploi de l'électricité dans les mines ne fait, comme vous le savez, que s'étendre en des applications de plus en plus nombreuses, importantes et variées; il est donc nécessaire de se préoccuper de plus en plus des dangers spéciaux que présente cet emploi, spécialement dans les mines grisouteuses, par le fait de la production des étincelles et des échauffements de circuits. Cette question, à l'étude depuis longtemps dans tous les pays miniers, a abouti, après de nombreuses enquêtes, aux règlements actuellement en usage; mais ces règlements ne sauraient être définitifs; ils sont condamnés, en effet, à se modifier pour suivre les progrès si rapides de la technique électrique et de ses applications, et lorsqu'on veut savoir où en est actuellement la question, c'est aux dernières enquêtes que l'on doit s'en rapporter. C'est à ce titre que je vous signalerai la fin de l'enquête de la commission officielle anglaise, commencée en 1902, et dont *M. Leproux* vient de traduire le rapport dans la dernière livraison des *Annales des Mines*.

Ce rapport propose toute une série de précautions dont je ne vous citerai que les principales. Il limite à 500 ou 800 volts la tension du courant dans tous les endroits autres que les puits et galeries principales, solides et sèches, et prescrit l'emploi d'enveloppes excluant tout danger dans les points où les lampes de sûreté sont légalement obligatoires. L'intensité du courant est limitée au chiffre très bas d'un ampère à 1 ampère 5 par millimètre carré de section des câbles, et l'isolant doit pouvoir supporter sans détérioration le passage d'un courant d'intensité double. Le rapport ne parle pas de l'emploi de câbles de sécurité, conseillés par le règlement belge. Il prescrit, dans les mines à grisou, de n'employer que des commutateurs noyés dans l'huile et recouverts de boîtes étanches. De même, les moteurs devront être enveloppés d'une cage étanche à la flamme et non à l'air, de manière à en permettre une circulation suffisante pour éviter les échauffements.

Ces échauffements sont d'ailleurs assez fréquents, car, d'après les statistiques de *M. Longridge*, la proportion annuelle des armatures de haveuses avariées serait d'environ 50 p. 100, ce qui s'explique aussi par les conditions défavorables de manutention, de poussières et d'humidité dans lesquelles fonctionnent forcément ces machines. La commission n'a édicté, contre l'emploi des haveuses électriques, aucune condition réellement prohibitive, même dans les mines très grisouteuses, de façon à ne pas mettre obstacle à l'emploi de ces machines, qui améliore grandement le débit des mines

par homme et comme qualité de charbon, et permet, en outre, d'aborder fructueusement l'exploitation de couches très minces : de 0^m,60 par exemple, dont la nécessité s'impose de plus en plus, en Angleterre, si l'on ne veut pas descendre aux grandes profondeurs.

En matière de traction électrique, la commission n'autorise, dans les mines à grisou, que celle par accumulateurs bien enveloppés. En revanche, l'éclairage électrique par incandescence est autorisé partout.

Ce rapport n'est encore qu'un projet, et l'on ne sait, s'il passera, en tout ou en partie, à l'état de loi, mais il constitue, en lui-même et en tout cas, un document des plus remarquables, indispensable pour tous ceux qui s'intéressent à la question de l'emploi de l'électricité dans les mines.

La supériorité des Américains dans la plupart des industries mécaniques est actuellement reconnue ; des circonstances économiques exceptionnellement favorables et la perfection de leur outillage leur ont permis de prendre une avance considérable dans presque toutes les branches de la construction mécanique ; mais, à ces causes, que tout le monde connaît, il faut ajouter l'organisation même de l'atelier, la manière dont on sait se servir de cet outillage perfectionné et des ouvriers qui le mettent en œuvre. Il y aurait à écrire, sur cette organisation, tout un ouvrage ; je me bornerai à attirer aujourd'hui votre attention sur une communication que vient de faire, à l'Institution des Mechanical Engineers de Londres, M. L. Gimson, et intitulée : *Impressions sur les ateliers américains*.

D'après M. Gimson, aux États-Unis, la règle générale est que chaque ouvrier se consacre entièrement à la conduite de la machine dont il a la charge ; il ne s'occupe jamais de l'entretien des outils qu'il y emploie, ni de l'outillage nécessaire à l'exécution rapide et précise des objets qu'il y travaille ; c'est à l'outillerie de lui fournir ces accessoires, ou montages, et des outils constamment en bon état. C'est au contremaître seul de surveiller l'exécution du travail, sans aucune intervention du bureau de dessin dans l'atelier même ; mais c'est souvent ce bureau seul qui définit et combine d'avance tout le détail de l'exécution d'une machine à construire, la manière de travailler chaque pièce en série, et le temps à y consacrer. Ces temps, fixés par des hommes dont la compétence est reconnue, ne soulèvent aucune difficulté de la part des ouvriers. On récompense très libéralement ceux qui gagnent sur ces temps, et l'on est impitoyable pour ceux qui ne peuvent les suivre. Tout est mis en œuvre pour stimuler l'activité et l'habileté de l'ouvrier. On admet, sans discussion, que l'ouvrier habile et diligent gagne plus, et beaucoup plus, que son camarade inhabile ou paresseux. Jamais, d'autre part, l'ouvrier ne s'oppose à l'introduction des machines les plus perfectionnées, et l'on arrive ainsi à une parfaite utilisation du temps et de la valeur personnelle de chaque ouvrier. Ce qui fait, d'après M. Gimson, la supériorité des Américains, ce n'est pas la supériorité individuelle de leurs ouvriers mais « la meilleure utilisation de leur zèle et de leur habileté ».

En un mot, aux États-Unis, l'ouvrier est, par des systèmes divers de comptabilité d'ateliers, payé, en principe, proportionnellement aux services qu'il rend, c'est-à-dire à sa valeur, que la perfection et la spécialisation des machines utilisent au mieux, et non d'après une taxe uniforme, égalitaire et déprimante ; le résultat est que l'ouvrier mécanicien américain, de beaucoup le mieux payé de tous, est, en même temps, celui qui produit le mieux et à meilleur marché.

Parmi les innombrables montres et horloges des plus intéressantes qui figurent à l'Exposition de Saint-Louis, il convient de vous signaler une véritable merveille, présentée par la maison Leroy, de Paris, et due à *M. Junod*. C'est une montre de 22 lignes de diamètre et à deux cadrans : de face et de revers. Le premier cadran donne les heures, minutes et secondes, les phases de la lune, les jours du mois et de la semaine — pour 400 ans, — l'année — pour un siècle, — les mois, les saisons, les solstices, les équinoxes; un chronographe donne les fractions de seconde; une aiguille donne le temps solaire moyen et l'équation du temps. L'autre cadran, protégé par la cuvette, renferme un hygromètre, un baromètre anéroïde, avec altimètres jusqu'à 5 000 mètres, un thermomètre; deux petits cadrans donnent les heures du lever et du coucher du soleil à Lisbonne, et les heures correspondantes — ou les longitudes — pour différents points du globe, identifiées en 128 villes. Ajoutez-y trois firmaments donnant l'aspect du ciel à Paris, à Lisbonne (avec 560 étoiles) et à Rio de Janeiro (611 étoiles) et accomplissant leur révolution diurne, celui de Rio en sens contraire des autres. Enfin, cette montre universelle sonne les heures, demies, quarts et minutes. Elle a demandé sept années de travail à son ingénieur et patient auteur et coûte 20 000 francs. On peut contester, peut-être, l'utilité d'un pareil chef-d'œuvre, mais on ne peut nier l'extrême ingéniosité de son auteur, ingéniosité qu'il pourrait d'ailleurs consacrer à bien d'autres études dans le champ si vaste des appareils scientifiques de précision.

Il serait bien inutile d'insister sur les services que rend chaque jour à la métallurgie l'examen microscopique des métaux et des alliages, fondement de cette science nouvelle : la *micrométallurgie*, dont notre Société peut se glorifier d'être, son président en tête, l'un des promoteurs les plus actifs; mais il est bien difficile, même à ceux d'entre nous qui suivent le plus attentivement les développements et les applications de cette science, de se faire une idée de la somme de travail et d'art qu'exige la réussite de ces microphotographies que vous voyez, dans nos conférences et nos bulletins, défiler en une abondance merveilleuse. Aussi, suis-je heureux de signaler tout particulièrement à votre attention un très intéressant travail, et des plus suggestifs, de *MM. Osmond et Cartaud*, publié dans le numéro du 30 janvier de la *Revue générale des Sciences* et intitulé *les Enseignements scientifiques du polissage*. Comme l'indique ce titre, on y trouvera une foule de considérations des plus originales sur ce que permet de constater et de deviner l'étude des microphotographies; c'est véritablement tout un monde à peine exploré; mais ce mémoire renferme en outre, sur l'exécution des coupes, leur dégrossissage et leur finissage, des renseignements de toute première main, extrêmement utiles aux professionnels de la micrométallurgie et des plus intéressants pour les profanes. Ces derniers y apprendront notamment de quelles précautions minutieuses, de quel art subtil il faut user pour enlever, au finissage, le *derme* d'écaillage produit sur une coupe d'acier par un dégrossissage un peu trop vif, sans créer, par ce finissage même, un nouveau derme, aussi trompeur que le premier, tout en maintenant l'épiderme du métal aussi plat que possible. Cette opération délicate, à laquelle *MM. Osmond et Cartaud* donnent le nom de *desquamation*, ou dépouillement de la peau du métal, est véritablement aussi originale que sa nomenclature même, et montre bien l'extrême habileté qu'exige la mise en œuvre de ces méthodes déjà si fécondes et si pleines de promesses.

Le *cidre* est une boisson saine, moins lourde et plus gaie que la bière, et qui, mal-

gré toutes ses qualités, ne se répand guère au delà d'un rayon très limité. On n'en boit, à Paris, que fort peu, presque rien à côté des torrents de bières diverses plus ou moins allemandes et, en général, médiocres. Cela tient, en très grande partie du moins, à ce que le cidre se fabrique, en général, par des procédés barbares. Comme le dit *M. Perrier*, dans une communication récemment présentée, le 30 janvier dernier, à l'Académie des Sciences, par notre collègue, *M. Haller*, « dans la fabrication du cidre, les moûts obtenus par pression ou par diffusion sont abandonnés à la fermentation sans aucune addition de levures, de sorte que l'on n'est pas maître de cette fermentation, qui marche tantôt bien, tantôt mal et fournit des cidres de qualité souvent médiocre ». Et c'est pour remédier à cet état de choses, des plus fâcheux, que, dans cette même communication, *M. Perrier* propose de stériliser, au point de vue des levures, les pommes avant leur broyage, de manière à en obtenir des moûts stériles, indéfiniment conservables, et que l'on n'aurait plus, ensuite, qu'à ensementer de levures pures et convenablement sélectionnées, pour obtenir des cidres de qualités voulues et certaines.

Comme le ferment se trouve répandu sur la pelure des pommes, il suffit de les laver dans un stérilisant convenable, avant de les broyer, et *M. Perrier* a choisi, comme stérilisant, une dissolution à 8 p. 1000 de formol. Il suffit d'y maintenir les pommes, préalablement lavées, pendant de 5 à 10 minutes : on enlève le formol par un second lavage à l'eau pure. Le broyage et le pressage se font ensuite avec des appareils préalablement lavés, eux-mêmes, avec une dissolution de formol au 4 p. 1000. Les moûts ainsi obtenus ne fermentent pas ; des échantillons ont subi le voyage de Rennes à Buenos-Ayres, aller et retour, sans fermenter. Les traces de formol qu'ils renferment disparaissent au bout de quelques jours spontanément. Par ensementement, ils fournissent des cidres de bonne qualité, absolument naturels, ne renfermant aucune trace de formol.

Voici d'ailleurs les conclusions textuelles de l'importante communication de *M. Perrier*.

« Il ressort nettement de cette étude :

« 1° Que le formol permet une stérilisation des fruits et par suite l'obtention de moûts pratiquement stériles (au point de vue des levures) et sans autre goût que celui des fruits eux-mêmes ;

« 2° Que les moûts ainsi obtenus supportent l'exportation ;

« 3° Que ces moûts, qui semblent pouvoir se conserver indéfiniment, fermentent régulièrement lorsqu'on les ensement et fournissent des cidres de très bonne qualité complètement exempts de formol.

« La méthode que je viens d'exposer et qui se réduit à un simple lavage des pommes peut avoir d'importantes conséquences pratiques.

« Elle permet au cidrier :

« 1° De conserver d'une année sur l'autre des moûts en prévision d'une disette de pommes ;

« 2° De fournir à ses clients, à n'importe quelle époque de l'année, du cidre fraîchement préparé ;

« 3° D'expédier au loin des moûts que l'acheteur pourra transformer sur place en cidre en les faisant fermenter. »

Il s'agit donc bien, vous le voyez, selon toute apparence, d'un perfectionnement

des plus importants dans la fabrication du cidre, qui intéresse à un si haut degré notre agriculture.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Est lu et approuvé le rapport de *M. Diligeon*, présenté, au nom du Comité de Mécanique, sur le *Carburateur* de *M. Claudel*.

COMMUNICATIONS. — *MM. H. Le Chatelier* et *G. Richard* font des communications sur *la Métallurgie* et sur *la Mécanique*, en 1904.

M. le Président remercie ces messieurs de leurs communications, qui seront reproduites au *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

L'ozone et ses applications industrielles, par H. DE LA COUX (n° 12 668 de notre Bibliothèque). Paris, V^e Ch. Dunod, 1904.

M. H. de La Coud, inspecteur de l'Enseignement technique, et lauréat de notre Société, a traité d'une façon complète l'une des questions qui intéressent le plus nos industries ; celle de l'ozone, c'est-à-dire de l'oxygène quintessencié.

Les divisions principales de cet ouvrage sont les suivantes :

I. *Nature et propriétés de l'ozone*. — Son action sur l'organisme. Ses applications en thérapeutique.

II. *Production de l'ozone*. — Par les oxydations lentes, la chaleur, les sels radio-actifs, les procédés chimiques, la voie électrochimique, par la décharge électrique : générateurs industriels.

III. *Applications de l'ozone*. — Dans la fabrication des produits chimiques : eau oxygénée, acide sulfurique, acide nitrique, iodoforme, pétroles, camphre, ozobenzène ; pour la désinfection de l'air ; pour la stérilisation des eaux ; pour la conservation des produits organiques : viandes, lait, œufs ; pour la purification des alcools, et leur vieillissement, ainsi que celui des vins ; pour la fabrication du vinaigre, des parfums artificiels ; dans les industries de la brasserie, de la cidrerie, de la sucrerie, du blanchiment de toutes matières, des amidons et dextrines, des huiles et savons, des vernis, de la teinture ; en sériciculture ; pour l'hygiène publique ; etc.

IV. *Partie analytique*.

Ce gros volume de 557 pages intéresse tous les industriels. C'est un livre des plus utiles qui sera fréquemment consulté.

Les déchets industriels, leur récupération, leur utilisation, par PAUL RAZOVS. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905 (n° 12 718 de notre bibliothèque).

Un extrait de la Table des matières permettra d'apprécier la somme de données utiles pour une foule d'industries que ce volume renferme.

Déchets et sous-produits communs à la plupart des usines : Cendres, Mâchefers, Suie, Chaleur de rayonnement, Flammes perdues, Chaleurs des gaz de la cheminée, Vapeur d'échappement, Huiles de rebut, Chiffons de graissage, Huiles des eaux de condensation, Plaques d'accumulateurs, Résidus d'éclairage, Vieux métaux.

Mines : Vapeur d'échappement, Huiles des lampes, Poussier de charbon.

Usines métallurgiques et fonderies : Chaleur des gaz, Gaz de haut fourneaux, Vapeur d'échappement, Laitiers, Scories, Sous-produits des fours à coke, Creusets cassés, Sable.

Ateliers de construction mécanique : Copeaux, Limailles, Poussières.

- Travail du bois* : Copeaux et poussière, Sciure, Déchets de liège.
Industrie textile : Déchets du lin, Chènevottes, Eaux des peignages de laines, Blousses et tontisses.
Distillerie : Drèches, Pulpe, Vinasses.
Industrie sucrière : Pulpes ou cossettes, Boues, Mélasses, Eaux d'osmose, Bagasse.
Industrie laitière, Malteries et Brasseries, Amidonneries, Féculeries, Cidreries, Huileries, Papeteries et Ateliers de reliure, Savonneries, Stéarineries.
Industrie des cuirs et peaux : Bourses, Écharnages, Tannée, Déchets de cuir.
 Usines à gaz, Fabriques de produits chimiques.
Industries diverses : Vapeurs mercurielles, Vapeurs de benzine, Étain, Indigo, Déchets de verreries, Soudure des boîtes en fer-blanc, Déchets d'ardoise, de corne, de nacre, d'écaille, Cylindres de filature, etc.

Le calcul simplifié, par MAURICE D'OCAGNE, 2^e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1905 (n° 12 724 de notre Bibliothèque).

M. Maurice d'Ocagne, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, est bien connu par sa généralisation et sa vulgarisation d'une méthode spéciale de calculs effectués au moyen des abaques; c'est la *nomographie*. Il en a fait l'objet d'un traité que nous possédons dans notre bibliothèque et de conférences qui ont paru dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*. Le présent ouvrage donne l'histoire et la description sommaire des instruments et machines à calculer, tables, abaques et monogrammes. Sont visés seulement les calculs des équations numériques, et restent en dehors l'intégration graphique et l'analyse harmonique.

Les nombres gouvernent le monde, a dit Platon. Aussi toute simplification apportée dans les procédés du calcul numérique constitue un progrès d'une utilité vraiment générale. On peut les rapporter aux instruments arithmétiques, aux machines arithmétiques, aux instruments et machines logarithmiques, aux tables numériques (barèmes), aux tracés graphiques, aux tables graphiques (nomogrammes ou abaques).

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, for the year ending, 30 June 1903 (Pèr. 27).

Nous possédons les rapports annuels de la *Smithsonian Institution* depuis le début. Ces rapports renferment, en un appendice général, une série de travaux marquants sur les questions d'actualités. Le volume de 1903 vient de nous être remis, et il renferme, entre autres, les mémoires suivants :

Description de la lune (N.-S. Shaler). — Taches solaires (Ch. Nordmann). — Prévision du temps (J.-M. Pernter). — Progrès de la navigation aérienne (B. Baden-Powell; O. Chanute; Graham Bell). — Radium (E. Curie; J.-J. Thomson). — Hélium et radium (Sir W. Ramsay et Fr. Shoddy). — Rayons X (C.-G. Abbot). — Vues modernes sur la matière (sir O. Lodge; sir W. Crookes). — Théorie atomique (F.-W. Clarke). — Énergie intra-atomique (G. Le Bon). — Le four électrique (J. Wright). — Trains électriques à grande vitesse (G.-H. Gibson; A. Gradenwitz). — Les débuts de la photographie (J. Waterhouse). — Rapports de la géologie avec les autres sciences (Ch. Lapworth). — Magnétisme terrestre et ses rapports avec la géographie (E.-W. Creak). — Une exploration au mont Mac Kinley (A.-H. Brooks). — Expédition au pôle Nord (1898-1902) (R.-E. Peary). — Expédition au pôle Sud, de

O. Nordenskiöld. — Plantes alimentaires de l'ancienne Amérique (O.-F. Cook). — Plantes des déserts et sources d'eau (Fr.-V. Coville). — Une nouvelle théorie de l'origine des espèces (A. Dastre). — L'évolution du pied humain (M. Anthony). — Expériences sur la vie mentale des animaux (N. Vasschide et P. Rosseau). — Nids de flamants (Fr.-M. Chapman). — Sollicitude maternelle chez les insectes (G.-W. Kirkaldy). — Facultés psychiques chez les insectes (A. Forel). — Mammouth fossile en Sibérie (O.-F. Herz). — Mouvements respiratoires des phoques (E.-C. Racovitza). — Variations dans le développement cérébral (J. Symington). — Antiquité du lion en Grèce (A.-B. Meyer). — Fouilles d'Abusir (A. Wiedemann). — Les anciens Hittites (L. Messerschmidt). — Hiéroglyphes dans l'Amérique centrale (Cyrus Thomas). — Lhasa et le Thibet central (G.-Ts. Tsybikoff). — Voyage dans le Turkestan chinois (A. Hein). — De l'Éthiopie au Soudan (O. Neumann). — Les premiers temps du Japon (F. Brinkley). — La langue de la Corée (H.-B. Hulbert). — La République de Panama (Wm.-H. Burr).

Ces mémoires sont la plupart des reproductions. Mais ils ont été choisis d'une façon si judicieuse et émanent d'écrivains si autorisés qu'on les relit avec un très vif intérêt.

Traité des Essais des matériaux destinés à la construction des machines, par le professeur A. MARTENS. Paris, Gauthier-Villars, 1904 (nos 12 722 et 12 723 de notre bibliothèque).

La traduction de ce traité magistral du Directeur de la Station d'essais de Charlottenburg est due à M. Pierre Breuil, chef de section au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, et fait partie de l'Encyclopédie industrielle Lechalas.

M. Martens décrit les procédés usuels pour l'essai des machines et des matériaux, ainsi que les plus importants des instruments de mesure, en entrant dans l'étude approfondie des causes d'erreur et des moyens de vérification. Des résultats très nombreux d'expériences faites à la station d'essais de Charlottenburg accompagnent l'exposé.

Le sommaire qui suit ne peut donner qu'une idée éloignée de la masse des sujets traités.

I. *Propriétés générales techniques des matériaux de construction*. Propriétés mécaniques, technologiques, physiques, chimiques.

II. *L'art d'éprouver les matériaux*.

Résistance à la traction et à la compression.

État actuel des machines. Amarrages des éprouvettes. Mesure de la déformation. Influence des têtes. Écoulement dans la déformation. Striction. Formes de cassures. Ductibilité, Formes des barreaux.

Résistance à la flexion, au flambement, à la torsion, au cisaillement, au choc.

Influence sur les essais de la vitesse, de la température.

Essais de durée, de dureté, de ténacité, de fragilité.

Essais de pliage, de fils, de forgeage, divers.

III. *Mesures et valeurs numériques*.

IV. *Machines à essayer les résistances*.

Types. Commandes,

Appareils de mesure : Balances à leviers, Balances à curseurs, Balances d'inclinaisons, Balances à ressort. Mesure hydraulique.

Machines des divers constructeurs.

V. *Instruments de mesure*.

Le beau traité de Martens présente une lacune considérable en ce qui concerne les travaux français et les installations de construction française. Le traducteur a tâché de combler cette lacune dans une suite d'annexes sur la distribution des déformations, la résistance au cisaillement, l'installation du Laboratoire d'essais au Conservatoire des Arts et Métiers, les essais de choc sur barreaux entaillés, les machines d'essai françaises. Suit une bibliographie.

L'analyste a rappelé avec plaisir, dans le numéro de septembre de notre *Bulletin*, la distinction que M. P. Breuil a obtenue de l'*Iron and Steel Institute* de Londres. Il ne peut pas s'empêcher aujourd'hui, en sa qualité de bibliographe, de regretter que la bibliographie des essais dressée par M. P. Breuil ne mentionne même pas à la liste des sources la *Revue de Métallurgie*, alors qu'il a soin de mentionner les revues étrangères similaires, et ne mentionne à la liste des mémoires consultés, parmi tous ceux qu'a publiés notre Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, que l'intéressante étude de M. Frémont sur le cisaillement et le poinçonnage. C'est peu, et l'ignorance de M. P. Breuil, dans sa bibliographie, des travaux considérables qui ont été publiés par la Société d'Encouragement et par ses Commissions spéciales, ainsi que celles des noms de leurs auteurs, Baclé, Osmond, Le Chatelier, Frémont (pour tous ses autres travaux), etc., cette ignorance est bien regrettable dans une bibliographie.

Manuel de topographie alpine et instructions pratiques pour l'exécution des triangulations complémentaires en haute montagne, par M. HENRI VALLOT (nos 12 727, 12 728 12 729 de notre bibliothèque).

Le célèbre créateur de l'observatoire du Mont-Blanc a inspiré la rédaction de ce manuel et de ces instructions, pour répondre à une demande du Club Alpin français. M. Henri Vallot, ingénieur des Arts et Manufactures, l'a rédigé avec une compétence toute spéciale, et l'on ne peut que se féliciter d'avoir un complément aussi utile à l'œuvre patriotique, humanitaire et savante, qui fait que les noms de Vallot et du Mont-Blanc sont à tout jamais inséparables.

The Mineral Industry, during 1903 (Pér. 198).

Cette publication, fondée par R. P. Rothwell, et due à l'*Engineering and mining Journal* de New-York, est arrivée à son douzième volume annuel, qui correspond à l'an 1903. On ne peut trop lui faire d'éloges. Tous ceux qui s'occupent de questions minières et métallurgiques, qu'il s'agisse de statistiques, de technologie, de commerce, y recourent avec le plus grand profit.

Sont traitées successivement la production et la consommation, aux États-Unis et dans les autres pays, de l'aluminium, de l'antimoine, de l'arsenic, de l'amiante, des asphaltes, des barytes, de la bauxite, du brome, du carborundum, des ciments, du chrome, de la houille et du coke, du cuivre, de la couperose, du spath-fluor, du guenal, de l'or, de l'argent, du graphite, des fers et aciers, du plomb, du manganèse, de la monazite, du nickel et du cobalt, des pétroles, des phosphates, du mercure, du zinc. Suit une revue des travaux sur les gîtes miniers, sur la séparation de l'or, sur l'industrie minière en 1903.

LIVRES ET OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN FÉVRIER 1905

Ministère des Travaux publics, Ports maritimes de la France. **Notice sur le port de Dieppe**, par LAVOINNE, revue par VIDAL et HERZOG, 280-180, 113 pages, 14 figures. Paris, Imprimerie Nationale, 1903. **12 725**

BOELVIN (J.). — **Cours de mécanique appliquée aux machines**, professé à l'Ecole spéciale du Génie civil de Gand, 3^e fascicule. Théorie des machines thermiques, 2^e édition, 255-163, x-348 pages, 203 figures. Paris, E. Bernard, 1905. **12 726**

VAILLOT (HENRI). — **Manuel de topographie alpine**, 180-110, 171 pages, 43 figures. Paris, Henry Barrère, 1904 (don de M. H. Vallot). **12 727**

VAILLOT (HENRI). — **Instructions pratiques pour l'exécution des triangulations complémentaires en haute montagne**, 225-143, iv-132 pages et atlas, 315 × 210, XXIV planches. Paris, G. Steinheil, 1904 (don de M. H. Vallot). **12 728 et 12 729**

MARTIGNAT (M.). — **Le liège. Ses produits et ses sous-produits** (*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*), 190-120, 138 pages, 20 figures. Paris, Gauthier-Villars. **12 730**

The mineral industry during 1903, founded by the late R. P. ROTHWELL, vol. XII. New-York, *The engineering and mining Journal*, 1905. **Pér. 198**

CLAUDE GEORGES. — **Causeries sur le radium et les nouvelles radiations**. Télégraphie sans fils, rayons cathodiques, rayons X, haute fréquence, 235-165, 132 pages, 44 figures. Paris, V^{ve} Ch. Dunod, 1905. **12 781**

Exposition universelle de 1900. Musées centennaux. Rapports des Comités d'installation (don de M. Alfred Picard, commissaire général à l'Exposition). **12 732 à 12 771**

FRITSH (J.). — **Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires**, 195-120, vi-278 pages, 15 gr. Paris, H. Desforges, 1905. **12 781**

SARTORI (GIUSEPPE). — **La technique des courants alternatifs**, trad. par J.-A. MONTPELLIER. t. II, 255-163, viii-634 pages. Paris, V^{ve} Ch. Dunod, 1905. **12 782**

HANNART FRÈRES. — **Teintures et apprêts**. Exposition de 1900. 190-350, 25 pages, 2 planches, 50 échantillons. Paris, Imprimeries Lemercier, 1900 (don de M. Jules Garçon, membre de la Société). **7505 et 7506**

Classification bibliographique décimale. Tables générales refondues. Fascicule 31, Sciences de l'Ingénieur. Fascicule 32, Sciences chimiques. Bruxelles, Institut international de bibliographie, 1904. **8 028**

Agenda Lumière. 1905. **Pér. 286**

Comité des travaux historiques et scientifiques. *Comptes Rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à la Sorbonne en 1904. Section des Sciences*. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **Pér. 239**

HORNER (JOSEPH). **Tools for engineers and woodworkers**, including modern instruments of measurement, 203-130, XII+340 pages, 436 ill. London, Crosby Lockwood 1903. **12 784**

FRICK (P.). — **Fouilles et fondations**. Fouilles et fondations à l'air libre, sous l'eau, à l'air comprimé. Déblais souterrains. Tunnels. Béton armé. (B. C. T. P.) 183-123, VIII-480 pages, 372 figures. Paris, V^e Ch. Duod, 1903. **12 785**

GENTSCH WILHELM. — **Dampfturbinen**. Entwickelung, Systeme, Bau und Verwendung, 263-180, IV-396 Seite, 637 Abb., IV Taf. Hannover, Helwing, 1903. **12 786**

Exposition universelle internationale de 1900. Rapports du jury international. Classe 3 :

Enseignement spécial agricole, par LÉON DABAT, 290-200, XVI-631 pages, 234 figures. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **12 787**

Office du Travail. Les associations professionnelles ouvrières. Tome IV : Industries du bâtiment, transports, industries diverses, 233-160, 821 pages. Imprimerie Nationale, 1904. **12 788**

(Don de M. Alfred Renouard).

RÉVERDIN F. et NOELTING E. — **Sur la constitution de la naphthaline et de ses dérivés** (ex Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse). 270-170, 76 pages, tableaux. Mulhouse, 1888. **12789**

BOBIERRE ADOLPHE. — **Études chimiques sur le phosphate de chaux et son emploi en agriculture** (Leçons professées à l'École préparatoire des Sciences et des Lettres de Nantes). 2^e édition, 220-140, 186 pages, 2 pl. Paris, Librairie agricole, 1861. **12 790**

GIRARD ADMÉ. — **Mémoire sur l'hydrocellulose et ses dérivés**. 239-143, 48 pages, 1 pl. (ex Annales de Chimie et de Physique). Paris, Gauthier-Villars, 1881. **12 791**

VIGREUX CH. et BARDOLLE (EUG.). — **Le gaz Riché**. Ses applications industrielles, 190-120, 178 pages. Paris, Masson et C^e, 1898. **12 792**

HERMANN (G.). — **Aus dem Tagebuche eines reisendem Leinenwebers**. 200-133, 178 S. Wien, A. Hartleben. **12 793**

REH FRANZ. — **Die Fabrikation der Wirkwaaren**, 243-140, 106 S. Hannover, S. Hein und C^e, 1892. **12 794**

MAIZIER (F.-J.). — **Le lin**, Textile National. Culture, Rouissage, Teillage, Teilleuse-peigneuse Cardon, 280-190, 140 pages. Bruxelles, L. Charpentier et C^e, 1886. **12 795**

LELARGE (G.) et LEDENT (A.). — **Traité des croisures**, 270-183, 304 pages, 792 figures. Bruxelles, Émile Decq, 1887. **12 796**

LEBOIS (C.). — **Les métiers à tisser le ruban**, 230-163, 287 pages, 233 figures. Saint-Étienne, A. Waton, 1899. **12 797**

(Noir d'aniline. Granité.) Consultation sur un rapport de M. Ch. Bardy par Ch. Girard et E. Noelting. 270-180, 52 p. Mulhouse, 1890. **12 798**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Janvier au 15 Février 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> Mining Magazine.
<i>Ac.</i> Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> Revue générale des matières colo-
<i>AIM.</i> American Institute of Mining En-	rantes.
gineers.	<i>PC.</i> Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> Annales des Mines.	<i>Pm.</i> Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> American Machinist.	<i>RCp.</i> Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> Revue électrique.
<i>BCC.</i> Bulletin du Congrès international	<i>Ri.</i> Revue industrielle.
des chemins de fer.	<i>RM.</i> Revue de mécanique.
<i>CN.</i> Chemical News (London).	<i>Rmc.</i> Revue maritime et coloniale.
<i>Cs.</i> Journal of the Society of Chemical	<i>Rso.</i> Réforme sociale.
Industry (London).	<i>RSL.</i> Royal Society London (Proceedings).
<i>CR.</i> Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rt.</i> Revue technique.
Sciences.	<i>Ru.</i> Revue universelle des mines et de
<i>Dp.</i> Dingler's Polytechnisches Journal.	la métallurgie.
<i>E.</i> Engineering.	<i>SA.</i> Society of Arts (Journal of the).
<i>E'</i> The Engineer.	<i>ScP.</i> Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Eam.</i> Engineering and Mining Journal.	<i>Sie.</i> Société internationale des Électri-
<i>EE.</i> Eclairage électrique.	ciens (Bulletin).
<i>Elé.</i> L'Électricien.	<i>SiM.</i> Bulletin de la Société industrielle
<i>Ef.</i> Économiste français.	de Mulhouse.
<i>EM.</i> Engineering Magazine.	<i>SL.</i> Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> Journal of the Franklin Institute	<i>SNA.</i> Société nationale d'Agriculture de
(Philadelphie).	France (Bulletin).
<i>Ge.</i> Génie civil.	<i>SuE.</i> Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> La Vie automobile.
<i>IC.</i> Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>VDI.</i> Zeitschrift des Vereines Deutscher
letin).	Ingenieure.
<i>Ie.</i> Industrie électrique.	<i>ZuC.</i> Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>It.</i> Industrie textile.	Ingenieure und Architekten-
<i>IoB.</i> Institution of Brewing (Journal).	Vereins.

AGRICULTURE

- Avoine* (Fumures de l'). *Ag.* 21 Janv., 102.
Bétail. Valeur nutritive des aliments. *Ap.* 16 Fév. 206.
Betteraves. Essais en 1903 et 1904 au laboratoire du Syndicat des fabricants de sucre (Schribaux et Lindet). *SNA-Déc.*, 849.
Chevaux (Alimentation des). *Ap.* 26 Janv., 144. *SNA* (Grandeau). *Déc.*, 839.
 — Anémie infectieuse. *Ap.* 2 Fév., 149.
Cidre. Moutts de pomme stériles. Préparation (Perrier). *CR.* 30 Janv., 324.
Cultures à Java. *SNA. Déc.*, 903.
Engrais. Nitrification de divers engrais azotés (Grandeau). *Ap.* 19 Janv., 78.
 — Valeur agricole des matières humiques (Dumont). *CR.* 23 Janv., 236.
 — Nitrate de soude et sulfate d'ammoniaque. Expérience en grande culture sur les rendements (Grandeau). *Ap.* 26 Janv., 109.
 — Amélioration des fumures (Hitier). *Ap.* 26 Janv., 113.
 — Fabrication mécanique des engrais chimiques, superphosphate de chaux et sulfate d'ammoniaque (Rancon). *Ban. Janv.*, 87.
Fromage de gruyère. *Ag.* 11 Fév., 214
Isonandra Gult. Multiplication par boutures. *SNA. Déc.*, 833.
Main-d'œuvre agricole dans l'arrondissement de Melun. *Ag.* 21, 28 Janv., 93, 130; *SNA. Déc.*, 855.
Microbes. Leur rôle en agriculture (Grandeau). *Ap.* 9, 16 Fév., 173, 205.
Miel (Récolte du). *Ap.* 16 Fév., 211.
Pagoscope (le). *Sn.* 4 Fév., 151.
Plantes médicinales. Culture autour de Paris. *Ap.* 19 Janv., 79.
Pommes de terre. Culture au parc des Princes. *Ap.* 2 Fév., 148.
 — Sélection des semences. *Ap.* 9 Fév., 174.
Pommier et poirier à cidre. Fumure, *Ap.* 16 Fév., 209.
Solanum Commersone. *SNA. Déc.*, 814.
Prairies (Amélioration des) *Ap.* 26 Janv., 110.
Syndicat agricole de Thorigny (Bénard). *SNA. Déc.* 881.
Vigne. Vins et cidres. Production en 1904. *Ap.* 19 Janv., 72.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** et tramways. Concurrence. *E'*. 10 Fév., 141.
 — Congrès international de 1903. *Rgc. Fév.*, 109.
 — Comptabilité. — Russie (Richter) *BCC. Janv.*, 191.
 — Nouvelles lignes du chemin rhétique. *Rgc. Fév.*, 88.
 — Économiques. Concours de l'État en France, Belgique, Allemagne et Angleterre (Colson). *APC.*, 1904, n° 40.
 — Influence sur les artères principales (Burlat). *BCC. Janv.*, 3.
 — Transsibérien et guerre franco-russe. *Rgc. Fév.*, 148.
 — Métropolitain de New-York. *ZOI.* 20 Janv., 39.
 — Japonais (Voyages sur les). *Rgc. Fév.*, 153.
 — Comparaison de plusieurs lignes par les longueurs virtuelles (Jacquier). *APC.* 1904, n° 43.
 — Électriques en Angleterre et en Belgique (Gérard). *BCC. Janv.*, 97. Amsterdam-Harlem, voie de 2^m. *E.* 20 Janv., 73, 3 Fév. 142.
 — — Paris-Juvisy. *Clé.* 21 Janv., 33.
 — — de Londres. *E.* 27 Janv., 123, *SA.* 27 Janv., 230, *E'*. 3, 40 Fév. 111, 136.
 — — de la Valteline. *UDI.* 28 Janv., 125, *Gc.* 11 Fév., 241.
Automotrice du North Eastern. *Ln.* 4 Fév., 152. Service des. *BCC. Janv.*, 41, 161.
Dépôts. Organisation du service aux États-Unis. *Rgc. Fév.*, 167.
Éclairage électrique des trains en Autriche. *ZOI.* 13 Janv., 17.
Freins. Action des sabots (Smith). *E'*. 27 Janv., 84.
Locomotives express tenders. (Déraillements des). *E'*. 10 Fév., 129.
 — C. couplées du Lake Shore. *E.* 20 Janv.,
 — des chemins bavares. *E'*. 27 Janv., 86.
 — compound express du P.-L.-M. *Rgc. Fév.*, 81.
 — Atlantic sur l'État Badois *Rgc. Fév.*, 169.
Roues en acier laminé (Vauclain). *Fi.* Fév., 81.
Trains. Service du Midland. *E'*. 20, 27 J., 37, 81.
Voie. Aiguilles G. Moore. *E.* 27 Janv., 113.
Voiture salon pour la Rhodesia. *E'*. 27 Janv., 85.
Wagons à déchargement automatique Talbot. *Rt.* 21 Fév., 24.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles.** Situation en 1904. *Ri* 21, 28 Janv., 23, 33, 4, 11 Fév., 42, 53; *Ge.*, 28 Janv., 201, 4, 11 Fév., 220, 235.
- à pétrole. Motobloc. *Va.* 28 Janv., 51.
 - 20 ch. Brotherhood. *E.* 3, 12 Fév., 144; *E'* 3, 10 Fév., 113, 137.
 - — Renault 1903. *Va.* 4 Fév., 68.
 - — Siddeley 12 ch. *E.* 10 Fév., 181.
 - Électriques (Calcul de la puissance des) (Kennedy). *A.Ma.* 28 Janv., 52.
 - Embrayage Startevant. *E.* 10 Fév., 196.
 - Pneumatique Lacouture. *Va.* 21 Janv., 44.
 - Roues des camions. *E'* 20 Janv., 70.
 - Suspension Garnier. *Ri.* 24 Janv., 36.
 - — de Bonnechose. *Va.* 4 Fév., 75.
- Tramways** en Allemagne. Résultats d'exploitation. *Rgc.* Fév., 144.
- au pétrole. *E'* 3 Fév., 117.
 - Freinage par air comprimé. *Ge.* 11 Fév., 240.
 - Électriques. Aiguillage automatique Cessare. *Re.* 15 Fév., 86.

CHIMIE ET PHYSIQUE

- Acides Sulfurique.** Théorie des chambres de plomb (Lunge). *ZaC.* 13 Janv., 60.
- — procédé au contact. *Rt.* 10 Janv., 47.
 - Cyanhydrique, production au four Clauss (Carpenter et Linder). *Cs.* 31 Janv., 63.
- Alcool industriel** en Allemagne. *Rt.* 10 Janv., 28.
- Alcools acétyléniques (Mouzeau). *ScP.* 20 Janv., 147-157.
- Azotate d'ammoniaque et de potasse.** Loi de Bravais (Wallerant). *CR.* 23 Janv., 264.
- Beryllium** (Anomalies du) (Wetwell). *CN.* 20 Janv., 25.
- Bichromates alcalins.** Fabrication (Beltzer). *RCp.* 22 Janv., 32.
- Brasserie.** Malts. Atténuation et houblons pour les différentes bières (O Connor et Potter). *IoB. Déc.*, 530, 539, 541.
- Sélection des levures (Watson) (*id.*), 536.
 - Divers. *Cs.* 16, 31 Janv., 38, 98.

- Céramique.** Briques réfractaires américaines (Weber). *Cs.* 16 Janv., 29.
- Moulin à nettoyer l'argile Dusener. *Ri.* 4 Fév., 45.
 - Points de fusion des produits réfractaires (Herans). *ZaC.* 13 Janv., 49.
 - Argiles du Missouri (Wheeler). *Aim. Janv.*, 102.
- Chaux et ciments.** Divers. *Cs.* 31 Janv., 91.
- Caoutchouc** (Nitrosites du) et analyse (Alexander). *ZaC.* 3 Fév., 164.
- Catalyse** par métaux colloïdaux rôle de la diffusion (Sand). *RSL.* 23 Janv., 536.
- Calcium.** Constantes physiques et amalgame (Moissan et Chavanne). *CR.* 16 Janv., 122.
- Cryoscopie des sulfates** (Colson). *CR.* 6 Fév., 372.
- Colloïdes** (les) (Duclaux). *ScP.* 20 Janv., 1.
- Sesquioxyde de fer colloïdal. Variété brune (Nicolardot). *ScP.* 5 Fév., 210.
- Copals d'Afrique** (Coffignes). *ScP.* 20 Janv., 169.
- Diamant.** Préparation (Moissan). *CR.* 30 Janv.,
- Eau oxygénée.** Action sur les anhydrides. Formation des peroxydes et péricides organiques (Clover et Houghton). *CN.* 27 Janv., 40.
- Éclairages.** Théorie des manchons incandescents (Lewes). *CN.* 20 Fév., 62.
- Égouts.** Épuration bactériologique (E. Hill). *Fi. Janv.*, 1.
- Essences et parfums.** Divers *Cs.* 16, 3 Janv., 40, 103.
- de patchouli (Rodié). *RCp.* 5 Fév., 57.
- Explosifs.** Réfrigération de la nitroglycérine (Nanckorff). *ZaC.* 13 Janv., 53.
- Progrès depuis le développement de la chimie organique (Will). *Ms.* Fév., 81.
- Feldspaths** (Davy et Allen). Isomorphisme et propriétés thermiques. *American Journal of Science.* Fév., 93.
- Fermentation.** Production comparée d'alcool et d'acide carbonique au cours de la fermentation (Lindet et Marsais). *ScP.* 5 Fév., 207.
- Fluorescence** (La) (Camichel). *CR.* 16 Janv., 139.
- Formol.** Préparation industrielle (Morel). *Pc.* 10 Fév., 177.
- Furfurane** (Recherches dans la série du) (Marquis). *ACP.* Fév., 196.
- Hygiène.** Destruction des cadavres d'animaux. *Rt.* 28 Janv., 85.

- Hydrogène*. Absorption par le palladium et le rhodium (Quennesen). *ScP.* 3. *Fév.*, 191.
- Industries chimiques aux États-Unis*. *Cs.* 16, 31 *Janv.*, 3, 71.
- en France. Enquête. *Rs.* 28 *Janv.*
- du Haut-Rhin. *RCp.* 22 *Janv.*, 39; 5 *Fév.* 33.
- Laboratoire**. Essai de galène au creuset de fer (Lowe). *Cs.* 39 *Janv.*, 6.
- Divers. *Cs.* 16 *Janv.*, 44.
- Dosage du soufre dans les pyrites. Procédé Lunge. *Cs.* 16 *Janv.*, 44.
- — de la quinine dans les quinquinas (Vigneron). *Pc.* 10 *Fév.*, 180.
- — de l'alumine par l'acide tannique (Divine). *Cs.* 16 *Janv.*, 11.
- — des substances volatiles par perte de poids (Kreider). *American Journal of Science*. *Fév.*, 188.
- — de la résine dans la gomme laque. (*Id.*), 12.
- — volumétrique des acides dans les sels (Coppock). *CN.* 10 *Fév.*, 66.
- — au creuset de platine du taux de coke et de matières volatiles donnés par les houilles (Arth). *ScP.* 20 *Janv.*, 127.
- — de l'antimoine dans les bronzes. Séparation du cuivre, de l'étain, de l'antimoine et du plomb. *Ms.* *Fév.*, 92.
- — du phosphore dans l'acide phosphoreux. *Ms.* *Fév.*, 94.
- — de l'opium (Petit). *Pc.* 1^{er} *Fév.*, 107.
- — détermination de l'indice de brome dans les corps gras (Telle). *Pc.* 1^{er} et 10 *Fév.*, 111 et 183.
- Recherche des acétates, des cyanures et du lithium (Benedict). *CN.* 20 *Janv.*, 28.
- — de l'ammoniaque, pour caractériser la pureté des eaux (Trilliat et Turchet). *CR.* 6 *Fév.*, 374.
- Analyse des métaux blancs (Dinan). *Ms.* *Fév.*, 92.
- Nouveaux brûleurs de laboratoire pour températures élevées (Meyer). *ScP.* 5 *Fév.*, 210.
- Vins fluorisés (Examen des) (Blazer). *CN.* 27 *Janv.*, 39.
- Optique*. Spectre ultra violet de Gadolinium (Crokes). *CN.* 10 *Fév.*, 61.
- Ordures ménagères*. Essai d'un destructeur Meldrum (Stromeyer). *E.* 27 *Janv.*, 133.
- Papier*. Divers. *Cs.* 31 *Janv.*, 101.
- Phase gazeuse* (Courbes de pression des systèmes univariants d'une) (Bourat). *ACP.* *Fév.*, 143.
- Phosphore*. Préparation (Hempel). *ZaC.* 27 *Janv.*, 132.
- Phosphorescence* de certains sulfures. Action des très basses températures (Le Roux). *CR.* 23 *Janv.*, 239.
- Photographie*. Recherches (Lumière et Sege-weitz). *Ms.* *Fév.*, 95, 104.
- Virage bleu par catalyse (Namias). (*Id.*), 186.
- Poids atomiques*. Rapport du Comité international. *CN.* 27 *Janv.*, 43.
- de l'aluminium (Kohn, Arrest). *ScP.* 20 *Janv.*, 121.
- de l'iode (Kothner et Auer). *CN.* 27 *Janv.*, 37.
- Praséodyme*. Possibilité de le dédoubler (Bohm). *Ms.* *Fév.*, 122.
- Radio-activité*. Nouvelles recherches (Curie). *ScP.* 20 *Janv.*, 50.
- Résines et vernis*. Divers. *Cs.* 31 *Janv.*, 97.
- Samarium* (Chlorure de), et combinaison avec le gaz ammoniac. *CN.* 16 *Janv.*, 141.
- Soude caustique*. Procédé nouveau (Fraschi). *Cs.* 16 *Janv.*, 17.
- Sulfates cupro-ammoniacaux* (Horn et Taylor). *CN.* 3, 10 *Fév.*, 50, 67.
- Tannage*. Cuirs et extraits de tannin. Progrès récents (Appelius). *ZaC.* 3 *Fév.*, 163.
- Teinture**. Constitution des hydrosulfites (Prudhomme). *ScP.* 20 *Janv.*, 129.
- Divers. *Cs.* 31 *Janv.*, 81, 84.
- Dosage des matières colorantes sur les fibres teintes Kuecht. *MC.* 1^{er} *Fév.*, 33.
- Nouvelle couleur substantive (Lefèvre). *MC.* 1^{er} *Fév.*, 33.
- Développement et fixage par un vaporisation humide des couleurs diamines imprimées sur tissus de coton Mueller. (*Id.*), 36.
- du cuir au chrome Chaslamb. (*Id.*), 48.
- Couleurs au soufre Matthews. *Fi.* *Fév.*, 117.
- en impression Sedlacrek. (*Id.*), 31.

- Terres rares*. Divers. *Ms. Féc.*, 107, 136.
 — Emploi technique. *Id.*, 132.
Tétraborate de sodium Solubilité Horn et Wagener. *ScP.*, 20 *Janv.*, 50.
Thermométrie. Action de la température et de la pression sur la conductibilité thermique des corps (Lees). *RSL.* 23 *Janv.*, 337.
 — Thermomètre intégrateur Féry. *CR.* 6 *Fév.*, 367.
Verreterie. Évolution (Henrivaux). *Rt.* 10 *Janv.*, 11.
Zirconium (Composés complexes du) (Mandl). *CN.* 20 *Janv.*, 26.

COMMERCE ET ÉCONOMIE POLITIQUE

- Agriculture* (Fédération syndicale et coopérative dans l') Mihura. *Rso.* 1^{er} *Fév.*, 197.
 — Développement du crédit agricole. *Ef.* 11 *Fév.*, 185.
Accidents du travail. Mise en pratique de la loi. *Rso.* 1^{er} *Fév.*, 221.
Angleterre. Commerce extérieur en 1904. *Ef.* 4 *Fév.*, 148.
 — Avenir dans l'Extrême-Orient Birnan. *SA.* 10 *Féc.*, 189.
 — Industrie du coton au Lancashire. *E.* 10 *Fév.*, 186.
Argentine. Développement et immigration. *Ef.*, 11 *Fév.*, 185.
Assurances. Monopolisation par l'État. *Ef.* 4, 11 *Fév.*, 145, 184.
Brevets Loi des aux États-Unis. Historique. *Fi. Janv.*, 51.
Dumping System le. *Ri.* 28 *Janv.*, 37.
États-Unis. Situation générale. *Ef.* 21 *Janv.*, 78.
 — Immigration et unité nationale A. L. Beaulieu. *Rso.* 16 *Fév.*, 269.
France. Dette publique. Classement. *Ef.* 21 *Janv.*, 73.
 — Commerce extérieur en 1904. *Id.*, 75.
 — Fédération des Alpes et de Provence. *Rso.* 1^{er} *Fév.*, 217.
 — Grèves.
 — Monographie de la commune de Vence Grec. *Rso.* 16 *Fév.*, 318.
 — Repos du dimanche au Conseil supérieur du travail. *Id.*, 321.

- Grèves agricoles d'Italie*. *Musée social Annales.* *Janv.*, 12.
 — des mineurs allemands. *E.* 10 *Fév.*, 187.
Japon (Éducation au). *E.* 20 *Janv.*, 91.
Paris. Gaz en régie. *Rt.* 4 *Fév.*, 47.
Russie. Budget de 1903. *Ef.* 21 *Janv.*, 79.
Socialisme. État socialiste et propriété. *Ef.* 21, 28 *Janv.*, 75, 113.
Thibet (Les portes du) (Freshfield). *SA* 3 *Fév.*, 264.
Tunisie. Situation. Projets de modification de son régime. *Ef.* 2 *Janv.*, 117.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Béton armé*. Grands allongements (Considère). *CR.*, 30 *Janv.*, 291.
 — Construction d'une cheminée de 25 mètres. *Gm. Janv.*, 5.
Chauffage à eau chaude Rouquard. *Ln.* 28 *Janv.*, 131.
 — (le) Deny. *Bam.*, *Janv.*, 5.
Excavateurs, Stephens et Pages. *E'*. 27 *Janv.*, 96.
Fondations. Emploi du froid. *Rt.* 25 *Janv.*, 37.
Hôtel de ville de Bâle. Reconstruction. *Gc.*, 21 *Janv.*, 185.
Incendies. Service des pompiers en Europe. *E.* 20, 27 *Janv.*, 71, 107, 10 *Fév.*, 174.
 — En Amérique. *E.* 3 *Fév.*, 153.
Niveau de précision. Leneveu. *Gc.* 4 *Fév.*, 228.
Pilotis. (Sonnette à) Sykes. *E'*. 20 *Janv.*, 72.
Ponts. Troitsky. Saint-Petersbourg, commande électrique de la partie tournante. *Gc.* 20 *Janv.*, 195.
 — En arc et suspendus. Calcul des (Considère). *CR.* 23 *Janv.*, 202.
 — Suspendu de Bonny-Beaulieu sur la Loire (Benardier). *APC.* 1904. N° 39.
 — Anatomie des (Thorpe). *E.*, 27 *Janv.*, 103, *Féc.*, 169.
 — Suspendu du Bonhomme sur le Blavel. *Gc.* 4 *Fév.*, 217.
 — Du Luxembourg. *Le Ciment.* *Janvier*, 1.
Routes en pierres cassées. *E.* 20 *Janv.*, 76.
Tachéométrie théodolite Hornstein. *E.*, 10 *Fév.*, 179.
Tunnel tubulaire en béton armé, projet. *Gc.* 28 *Janv.*, 210.
 — du Simplon. *Ef.* 11 *Fév.*, 187.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. *E. c. t. Va.* 11 Fév. 81. *Ie.* 10 Fév. 49.

— Junguer Edison (Schoop). *EE.* 11 Fév., 204.

— Commutateur disjoncteur Boulton pour batteries d'accumulateur. *EE.* 11 Fév. 220.

Champ magnétique auquel est soumis un corps en mouvement dans un champ électrique (Pellat). *CR.* 23 Janv., 229.

Commutatrices synchrones Marche des. *EE.* 11 Fév., 227.

Conductibilité des dissolutions d'halogènes (Steele). *RsL.* 23 Janv., 320.

— De l'atmosphère aux tensions élevées (Ryan). *Re.* 15 Fév., 78.

Courants continus et alternatifs au point de vue de l'isolement (Cusman). *Ie.* 10 Fév. 63.

— de Foucault, leurs applications. *Ie.* 23 Janv., 32. 10 Fév., 60.

Distributions à 3 fils (Jeannin). *Re.* 30 Janv., 48.

— Lignes aériennes moyennes *Ie.* 10 Fév., 56.

— Etude graphique d'un système en étoile (Rogowski). *EE.* 21 Janv., 107. Recherches oscillographiques sur le réseau de la Compagnie « l'Énergie électrique » du littoral méditerranéen (David). *Sie. Janv.*, 51.

— Etouffeurs d'harmoniques (Leblanc). *Sie. Janv.*, 17 (Rougé).

— Permutatrices et commutatrices. *Re.* 30 Janv., 34.

Tension économique des conduites souterraines à haut potentiel (Albarret). *EE.* 4 Fév. 185.

— Régime futur, à Paris. *Ie.* 23 Janv., 29.

— Détermination du périmètre d'action des points d'alimentation dans les réseaux de distribution. *EE.* 11 Fév., 280.

Dynamos. Rendement industriel des machines à courants continus (Baldine). *Ie.* 23 Janv., 39. Courants de Foucault dans le fer induit des dynamos continues (Picou). *Sie. Janv.*, 7.

— Echauffement des inducteurs (Lacroix). *EE.* 4 Fév., 181.

Dynamos, Alternateurs. Propriétés sous diverses conditions de charges (Atchinson). *EE.* 4 Fév., 189.

— Moteurs monophasés. Wagner. *E.* 27 Janv., 130.

— Séries compensées. Théorie (Bethenod). *EE.* 4, 11 Fév., 160, 209.

— A induction Lendquist. *EE.* 4 Fév., 180.

Eclairage. Lampe à amalgame de cadmium. *CN.* 20 Janv., 27.

— Arcs de mercure (Valreuzé). *EE.* 28 Janv., 121.

— — à courants alternatifs. Observations stroboscopiques (Lombardi et Mellazzo). *EE.* 4 Fév., 191.

— Incandescence au tantale. *Re.* 30 Janv.,

— — 52. *Ie.* 10 Fév. 54.

— — à amalgame de cadmium. *Élé.* 11 Fév., 86.

Electro-Chimie. Divers. *Gs.* 16, 31 Janv., 32, 94.

— L'électrolyse, théorie (Rosset). *EE.* 21, 28 Janv., 81, 128, 4 Fév. 165.

— Sodium, production électrolytique, appareil Ashcroft. *EE.* 21 Janv., 97.

— Progrès en 1902 (Blount). *Élé.* 28 Janv., 55, 11 Fév., 91.

— Préparation électrolytique des persulfates et de la pâte d'étain. *Re.* 15 Fév., 90.

Hystérésis magnétique, aux fréquences élevées, dans le nickel et les aciers au nickel (Guye et Schidlof). *CR.* 6 Fév., 369.

Isolateurs pour hautes tensions. *Élé.* 4 Fév. 71.

Mesures. A lecture directe. *Élé.* 21 Janv., 40. 11 Fév., 87.

— Instruments de la maison Brégnét. *Élé.* 4 Fév., 65.

— Mesure de l'auto-induction (Whitehead et Hill). *American journal of Science.* Fév., 149.

Parafoudres Cordover. *Re.* 15 Fév., 82 et limiteurs de tensions. Parafoudre en série Gola. *Re.* 15 Fév., 65.

Stations centrales. Teintureries de la Stammeria Lombarda. *EE.* 20 Janv., 90.

— Transport à 60 000 volts du Guanajuato (Mexique). *Gc.* 4 Fév. 224.

— d'Angleterre. *EM. Fév.*, 761.

— de Munich. *VDI.* 4, 11 Fév., 157, 210.

Télégraphie. Téléphone (Babbitt). *Fi. Janv.*, 47.

— Telescripteur Siemens et Halske. *Elé.* 41 *Fév.*, 81.

— sans fil. *Dp.* 4 *Fév.*, 73, en temps de guerre (L. James). *S.A.* 20 *Janv.*, 204.

— — résonance et fonctionnement du cohéreur simple. Expériences (Hodson). *EE.* 28 *Janv.*, 147.

— — détecteur Peukert. *EE.* 11 *Fév.*, 232.

— — théorie des cohéreurs (Guthe) (*Id.*). 236.

— — Expériences (Majorana). *Re.* 15 *Fév.*, 87.

Transformateurs dans les Stations centrales. (Johannesson). *EE.* 23 *Janv.*, 109.

— (les) Brylinski. *Sie. Janv.*, 41.

HYDRAULIQUE

Compteur Venturi. *Ac. Fév.*, 30.

Écoulement de l'eau dans les tuyaux (Barnes et Coker). *RsL.* 23 *Janv.*, 341.

— dans les canaux (Siedek). *ZOI.* 3, 10 *Fév.*, 61 77.

Marémoteurs. *E'*. 20 *Janv.*, 57.

Pompes des docks Alexandra. *E'*. 20 *Janv.*, 60.

— Klein à double effet. *Ri.* 21 *Janv.*, 26.

— Centrifuge et exhausteur de la Steinreugwarenfabrik. *Z DC.* 10 *Fév.*, 209.

— électrique Quimby. *EE.* 25 *Janv.*, 152.

— à incendies-bateau Merrgweathes. *E'*. 10 *Fév.*, 143.

Sources. Appauvrissement dans les plaines (Houllier). *CR.* 6 *Janv.*, 382.

Turbines. Théorie expérimentale (Camerer). *Dp.* 28 *Janv.*, 50.

— Stations du Niagara. *EM. Fév.*, 727.

MARINE, NAVIGATION

Canal des deux mers. *Rt.* 10 *Janv.*, 4.

— du Panama. *EM. Fév.*, 721, 804.

Constructions navales en 1904. *E.* 20 *Janv.*, 97.

— Giration des navires (Bertin). *CR.* 6 *Fév.*, 337.

Helice à ailes mobiles Cavels. *Ri.* 21 *Janv.*, 25.

Lignes transatlantiques (Passagers des). *E.* 20 *Janv.*, 90.

Tome 107. — Février 1903.

Machines marines du remorqueur Atlas 111. *RM. Janv.*, 36.

— au pétrole à l'exposition d'automobiles. *E.* 27 *Janv.*, 111. Thornyeroft. *E.* 3 *Fév.*, 148.

Marine de guerre américaine. *E.* 20 *Janv.*, 87.

— anglaise. Éclaireur Sentinel. *E.* 3 *Fév.*, 157.

— russe, flotte de la Baltique. *E'*. 20 *Janv.*, 65.

— Croiseurs armés. *E'*. 3 *Fév.*, 103.

Ports de Calais. Dragages de 1896 à 1903 (Bodin). *APC.*, 1904. N° 41.

— de Haider Pacha. *Ac. Fév.*, 26.

— Zeebrugge. Écluse maritime. *Ac. Fév.*, 18.

— de New-York. Dangers à l'entrée (Haupt). *Fi. Fév.*, 101.

Naufrages en 1903. Statistique. *Rmc. Oct.*, 33.

Paquebots Cunard. 2. hélices Caronia. *E.* 10 *Fév.*, 188. *E'*. *Fév.*, 144'.

Sauvetage des navires. *E.* 20 *Janv.*, 77. 10 *Fév.*, 171.

— Dérasement de l'épave du Vindomora coulé en basse Seine. *APC.*, 1904. N° 38.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Air comprimé. compresseurs Kryssat. *E.* 20 *Janv.*, 95.

— Alley. Brotherhood et Byant Conrad. Reavell. Sergeant et Raymond. Rices. Laidlaw Ingersoll, Bland, Weiss. Curtis, Hamilton, Koster, Castellain, Meer, Hoerbiger, Coleman, Pokorny-Wittekind, Burkart et Weis, Schultz, Strnad, Nugue. *RM. Janv.*, 80, 103.

— Reavel avec moteur à pétrole. *Ri.* 4 *Fév.*, 41 (Lebrecht). *VDI.* 4 *Fév.*, 151.

— Compresseurs (les) (Koester). *RM. Janv.*, 68. Secs en Allemagne (Dechamps) (*Id.*), 93.

— Explosion dans les (*Id.*), 93.

— Cylindres pour gaz comprimés. *E.* 3 *Fév.*, 157.

Accouplement Caird. *E.* 10 *Fév.*, 196.

Polysius. *Pm. Fév.*, 32.

Chaudières.

— Verticales Tinkers. *Ri.* 4 *Fév.*, 43.

— Accidents en 1903. *Ri.* 21 *Janv.*, 29.

Chaudières. Accumulateur de chaleur Halphen. *Ré.* 15 Fév., 72.

— (Rendement) des Haier. *VDI* 21 Janv., 83.

— Règlements allemands. *VDI* 28 Janv., 111.

— Réchauffage d'alimentation par vapeur vive. *E.* 3 Fév., 154.

— Grilles mécaniques. *Dp.* 21, 28, Janv., 36, 60.

— Fumivorté (la). *E'* 3 Fév., 118.

— Ramoneur de tubes Dalmar. *Ri.* 11 Fév., 54.

— Porte de boîte à fumée Silley. *E.* 10 Fév., 193.

— Tubes indicateurs de niveau. Explosions (Bocher). *APC.* 1904. N° 46.

— Tuyauterie. Calorifuges. Essais. *E'* 3 Fév., 119.

Engrenages bruts en fonte. Essais. *AMa.* 28 Janv., 41.

— (Tracés des) Hartmann. *VDI.* 4 Fév., 168.

— Coniques (Calcul des). *AMa.* 4 Fév., 73.

— Embrayage. Hérisson. *CR.* 6 Fév., 365.

— Enregistreurs. Erreurs d'inscription (Cellerier). *RM.* Janv., 22.

— Frein synchronisant électromagnétique. Abraham. *CR.* 6 Fév., 368.

Horlogerie. Pendule électrique à échappement libre (Fery). *CR.* 23 Janv., 262.

Levage. Grue électrique roulante et pivotante de 2.500 kil. Thomson-Houston. *Ri.* 28 Janv., 34.

— Elévateurs transporteurs pour combustibles. *Pm.* Fév., 18.

— Palan électrique de 3 tonnes. Bement Pond. *E.* 3 Fév., 166.

— Pont roulant de 100 tonnes pour fonderies Broadbent. *E'* 10 Fév. 132. Stukenholtz. *VDI.* 11 Fév. 201.

Machines-outils. Salaires dans les ateliers anglais. *AMa.* 11 Fév., 103.

— A l'exposition de Saint-Louis. *E'* 3, 10 Fév., 109, 132.

— Ateliers de l'Allgemeine. Emploi des machines portatives électriques. *AMa.* 21 Janv., 6.

— Ateliers américains (Gimson). *E.* 27 Janv., 134.

— L'outillerie. *EM.* Fév., 793.

— Découpeuse pour disques de dynamos. Smith. *E.* 27 Janv., 117.

Machines-outils. Affûteuse Schmaltz. *AMa.* 21 Janv., 2. Luke et Spencer. *E.* 3 Fév., 161. Gleason. *AMa.* 2 Fév., 129.

— Engrenages (Taille des) Machines Fellows. *AMa.* 21 Janv., 12.

— Fabrication des projectiles nikelés. *AMa.* 21 Janv., 1.

— Fraiseuse raboteuse Kendall et Gent. *Ri.* 21 Janv., 21.

— Emboutisseuse de tubes de foyers. Crow. *E.* 10 Fév., 179.

— Interchangeabilité (Tolérances d'). *AMa.* 11 Fév., 124.

— Mandrineur Heckman. *E.* 20 Janv., 97.

— Marteau Yeakley. *Ri.* 28 Janv., 33.

— Outils rapides (les) Gledhill. *Ias.* 5 Janv., 19.

— Pointeau automatique Brown et Sharpe. *Ri.* 11 Fév., 36.

— Perceuse de précision Phœnix. *E.* 27 Janv., 116.

— — Cincinnati. *E.* 10 Fév., 179.

— Raboteuses américaines (Kenrick). *E.* 27 Janv., 134.

— — Pattes de fixation Herbert. *Ri.* 4 Fév., 46.

— Travail des surfaces courbes (Werner). Société d'Encouragement de Berlin. *Janv.*, 35.

— Tournage des cylindres de laminoirs. *AMa.* 11 Fév., 115.

Moteurs à vapeur. Théorie (Brokman). *Dp.* 5 Fév., 73.

— des stations américaines (Saxon). *E.* 3 Fév., 163.

— Murray. *Ri.* 11 Fév., 53.

— de la station centrale de Hanovre. *VDI.* 21 Janv., 73.

— alterno rotatif. Primat. *Gc.* 4 Fév., 229.

— Demi-fixes Wolf à vapeur surchauffée. *VDI.* 11 Fév., 189.

— Rotatives. Diagrammes. *E'* 27 Janv., 81.

— Turbines. Différents types de (Neilson). *E'* 20, 27 Janv., 75, 97, 3, 10 Fév., 123, 149.

— — Compound. Théorie. *E.* 3 Fév., 137.

— — Caractères généraux (Drin). *Rc.* 30 Janv., 38.

— — à l'exposition de Saint-Louis. *Gc.* 21 Janv., 191.

Moteurs à vapeur. Hamilton Holzwarth.

VDI. 28 Janv., 117.

- — Écoulement dans les tuyères. (Koob). *R.M. Janv.*, 44.
- — Avantages et inconvénients (Drin). *Re.* 15 Fév., 68.
- Boutons de manivelles. Calcul des (Grove). *R.M. Janv.*, 61.
- Condenseurs aériens. (Mueller). *VDI.* 28 Janv., 132.
- Économiseurs. Théorie des (Briggs). *E'*. 10 Fév., 130.
- Surchauffe. Chaleur spécifique de la vapeur surchauffée. *E'*. 3, 10 Fév., 105, 134.
- Moteur à air chaud Lowne. *Ri.* 11 Fév., 54.
- à gaz (grands moteurs) Meyer. *SuE.* 15 Janv., 67. 1 Fév., 132.
- — à injection d'eau (Schreiber). *Dp.* 21, 28 Janv., 33, 58. 4, 11 Fév., 65, 84.
- — Strickland. *E'*. 20 Janv., 74.
- — Mise en train automatique. Lemale. *Va.* 11 Fév., 84.
- à pétrole Burlatrotatif. *Va.* 21 Janv., 37.
- — Compound Butler. *E'*. 3 Fév., 121.
- — auto-démarrreur Lemale. *EE.* 28 Janv., 129.

Mouture moderne (la) (Sinigaglia). *R.M. Janv.*, 5.

Résistance des matériaux. Duretés comparatives des aciers acides et basiques aux différentes températures (Brunnell). *laS. Janv.*, 16.

- Bronzes pour machines (Knears). *Fi. Janv.*, 63.
- Fragilité des aciers Martin. Influence du soufre. Ph. C. Nu. *SuE.* 15 Janv., 82.
- Action des très basses températures : air liquide sur les fers et aciers (Dewar et Hadfield). *RsL.* 23 Janv., 326.

Textiles. Électricité dans les usines. *E.* 20 Janv., 92.

- Humidification des Salles (Razous). *It.* 15 Fév., 63.
- Mariages (les). En filature. *It.* 15 Janv., 19.
- Marche de la navette au métier à tisser. *It.* 15 Fév., 53.
- Peignage de la laine à la main (*id.*), 60.

MÉTALLURGIE

Afrique et Australie. Progrès métallurgique. *Eam.* 5 Janv., 31.

Aluminium (Soudure de l'). *Va.* 28 Janv., 49.

Bronzes. Trempe des (Guillet). *CR.* 30 Janv., 307.

Coke. Fours Colin. *VDI.* 21 Janv., 88.

Creuset de fusion. Monarch. *E.* 20 Janv., 97.

Cuivre. Chimie et métallurgie. *Eam.* 12 Janv., 82.

- Raffinage, électrométallurgie aux États-Unis. *Pm. Fév.*, 22.

Électro-métallurgie en 1904. *E'*. 10 Fév., 134.

Fours de fusion au pétrole. *RdM. Fév.*, 87.

Fer et acier aux États-Unis en 1904. *Eam.* 5 Janv., 55, 61.

- en Angleterre. *RdM. Fév.*, 138.

- au Japon. *E.* 27 Janv., 122.

- Procédés pour colorer les aciers polis (Stoeklin). *SiM. Nov.*, 360.

- Principes de la métallurgie, du fer et de l'acier (Sauveur). *laS. Janv.*, 1.

- Sulfures et silicates de manganèse dans l'acier (Stead). *laS. Fév.*, 105.

- Électro-métallurgie. *laS. Janv.*, 45, *SuE.*

- Augmentation de volume de la fonte saturée de carbone au four électrique au moment de sa fusion (Moissan). *CR.* 23 Janv., 185.

- Laminoirs. Machine Lang de 4 000 ch. *E'*. 3 Fév., 108.

- — Américains (les) (Nisbet). *RdM. Fév.*, 151.

- Hauts fourneaux (Notes sur les). Hartmann. *laS. Fév.*, 117.

- — Principe des (Uehling). *Fi. Fév.*, 117. *Acm. Janv.*, 1.

- — Séchage du vent (Osann). *SuE.* 15 Janv., 73. *E'*. 20 Janv., 69, 10 Fév., 146.

- Fours chauffés au mazout. *Ge.* 20 Fév., 197. Enfourneuses. *Ge.* 11 Fév., 234.

- Fonderie. Four de fusion au réverbère. *AMa.* 21 Janv., 28.

- — Retrait et ses remèdes (West). *E.* 3 Fév., 164.

- — petits cubilots (Pratique des). *AMa.* 21 Janv., 32.

Or. Cyanuration aux États-Unis (Fulton). *Eam.* 5 Janv., 28.

- Chloruration au Colorado. *Rt.* 10 Janv., 91.

Zinc. Décomposition et formation du sulfate de zinc par grillage (Hofman). *AIM. Janv.*, 117.

MINES

Antimoine en 1904. *Eam.* 5 Janv., 14.
Argiles réfractaires du Missouri. *AIM. Janv.* 103.
Australie. Mines en 1904. *Eam.* 5 Janv., 39.
Bolivie Mines en. *MM. Janv.*, 41.
Brésil Mines au. *EM. Fèv.*, 779.
Colombie britannique en 1904. *Eam.* 5 Janv., 46, district de Camborne. *MM. Fèv.*, 130.
Cuivre en 1904. *Eam.* 5 Janv., 6 du lac Supérieur. (*id.*), 8, de l'Arizona (*id.*), 10.
 — — Mines de la Colombie britannique. *Eam.* 19 Janv., 124.
 — — au Pérou. *MM. Janv.*, 48.
Électricité. Emploi dans les mines. Travaux de la commission anglaise (Leproux). *AM. Nov.*, 443.
 — Matériel triphasé dans les mines de Belgique. *Elé.* 28 Janv., 49.
Diamant. Kimberley. Notes sur. *Eam.* 19 Janv., 128.
Étain en 1904. *Eam.* 12 Janv., 76.
États-Unis. L'Alaska. *Eam.* 5 Janv., 16.
 — Lois minières. *Eam.* 2 Fèv., 221.
 — Californie (*id.*), 20.
 — Montana Utah (*id.*), 24.
 — Ontario (*id.*), 44.
Extraction. Évite-molettes Karli-Witte. *Re.* 30 Janv., 50.
 — Problème de l'extraction. *Eam.* 26 Janv., 173.
Fer. Mines du lac Supérieur. *Eam.* 12, 19, 26 Janv., 74, 122, 170.
 — Dépôts dévoniens du Nassau. *MM. Fèv.*, 178.
France. Gisements radifères d'Issy-l'Évêque. *Gé.* 20 Janv., 189.

France. Bassin houiller de la Lorraine française (Laur). *CR.* 23 Janv., 267.
Houillères. Rapport de la commission anglaise sur l'épuisement des. *E.* 3 Fèv., 112.
 — de Pratt. Alabama. *Eam.*, 26 Janv., 177.
 — Charbon en Sibérie. *RdM. Fèv.*, 84.
 — Triages divers. *Eam.* 2 Fèv., 226.
 — du Missouri (Bush). *AIM. Janv.*, 165.
Mercure en 1904. *Eam.* 5 Janv., 23.
Mexique en 1904. *Eam.* 5 Janv., 33.
Nickel en 1904. *Eam.* 5 Janv., 26.
Nouvelle-Zélande en 1904. *Eam.* 5 Janv., 38.
Pétroles au Kansas en 1904. *Eam.* 5 Janv., 42.
Puits. Sauvetage d'un poisatier. *Em. Janv.*, 25.
Nouvelle-Zélande en 1904. *Eam.* 5 Janv., 38.
Or et argent dans le monde en 1904. *Eam.* 5 Janv., 3.
 — Au Transvaal (*id.*), 36.
 — En 1904. *E.* 3 Fèv., 109.
 — Alluvions au Klondike. *MM. Janv.*, 16.
 — du Witwatersrand. Origine. *Eam.* 12 Janv., 80.
 — Filons profonds en Victoria, Australie. *MM. Janv.*, 33; *Fèv.*, 139.
 — En Guyane française. *Eam.* 19 Janv., 131.
 — Préparation mécanique de San Pedro, Mexique. *AIM. Janv.*, 69.
 — District de Hanraki, Nouvelle-Zélande. *Eam.* 2 Fèv., 218.
 — Dragage et prospection (Postlewaite). *MM. Janv.*, 5.
 — Laveurs pour placers. *MM. Fèv.*, 123.
 — Broyage par cylindres. *Eam.* 12 Janv., 77.
Platine en 1904. *Eam.* 5 Janv., 9.
Plomb en 1904. *Eam.* 5 Janv., 11.
Sel marin. Fabrication dans le Far West. Américain (Goldsmith). *Fi. Janv.*, 45.
 — de la région du Tchad (Courtlet). *CR.* 30 Janv., 316.
Zinc. Métallurgie dans l'Ouest américain (Meister). *AIM. Janv.*, 91, en 1904. *Eam.* 5 Janv., 14.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. Diligeon**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*,
SUR LE CARBURATEUR **Claudet** A PÉTROLE LOURD OU LAMPANT.

La solution du problème des moteurs à pétrole lourd est une de celles qui s'imposent aujourd'hui.

L'automobilisme emploie en effet des quantités considérables d'essences provenant de la distillation des pétroles, et dont la densité est inférieure à 0,72 B; et cependant, quelle que soit la provenance de ces pétroles, la proportion des essences qui passent à la distillation ne forme jamais plus de 20 p. 100 du volume total, tandis qu'on peut arriver à retirer de certains pétroles jusqu'à 45 p. 100 d'huiles lampantes.

Les moteurs à pétrole lampant leur seraient un excellent débouché; mais il faut avouer que, jusqu'à présent, les résultats obtenus n'ont guère permis d'en propager l'emploi.

Pour obtenir dans les moteurs une véritable explosion, c'est-à-dire une combustion extrêmement rapide et complète, ce qui est nécessaire en vue du rendement maximum, il faut, qu'au moment de l'inflammation, il y ait un contact intime entre le carburant et le combustible amené à l'état gazeiforme. Avec les essences, ce résultat est relativement facile à obtenir; leur extrême volatilité et leur tension de vapeur élevée permettent de les

amener très simplement à l'état gazeiforme après les avoir pulvérisées dans des carburateurs de formes relativement simplés.

Avec les huiles lourdes, il en est tout autrement; certains constructeurs qui n'ont pas cru devoir gazéifier les pétroles, mais seulement les vaporiser après les avoir pulvérisés, ont échoué.

Ces vapeurs de pétrole se condensaient très souvent à l'intérieur des cylindres; les gouttelettes ainsi formées ne brûlaient que par leur périphérie, tandis que le centre de ces mêmes gouttelettes, surchauffé par la combustion périphérique, se dissociait en donnant des dépôts de charbon colorant les gaz de l'échappement et encrassant les cylindres et les boîtes à clapets. Ces moteurs marchent irrégulièrement et ont besoin de très fréquents nettoyages.

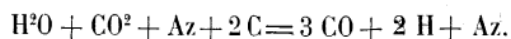
Le Carburateur Claudel a pour but d'obvier à cet inconvénient capital en gazéifiant véritablement le pétrole avant son entrée dans le cylindre, de sorte qu'aucune condensation ne soit possible. M. Claudel n'a pas songé, pour cela, à précipiter sur les parois surchauffées d'une cornue du pétrole préalablement pulvérisé; dans ces conditions il se produit souvent, en effet, des phénomènes de caléfaction, et le but n'est pas atteint.

D'autre part, si on envoie du pétrole à l'état de vapeur dans la même cornue, il se produit une dissociation partielle du pétrole, les éléments carbonés se précipitent sous forme de coke qui encrasse la cornue.

C'est cependant cette dernière solution que s'est proposée M. Claudel, mais en prenant des dispositions pour détruire d'une façon instantanée et continue le coke au moment même de sa formation. Il fait pénétrer, pour cela, dans la cornue, en même temps que le pétrole, une faible quantité d'air dont l'oxygène transforme le carbone naissant en oxyde de carbone, qui brûlera lui-même plus tard dans le cylindre au contact d'une nouvelle quantité d'air carburant.

M. Claudel avait tout d'abord songé à effectuer cette oxydation du carbone naissant d'une autre façon, en se servant des gaz de l'échappement qu'il aurait pu ainsi de nouveau rendre actifs, au moins en faible partie, car il n'a jamais eu la prétention de trouver le mouvement perpétuel.

Les gaz de l'échappement contiennent en effet de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'azote; en faisant passer une certaine quantité de ces gaz de l'échappement dans la cornue suffisamment chauffée et au contact du carbone naissant on aurait obtenu la réaction



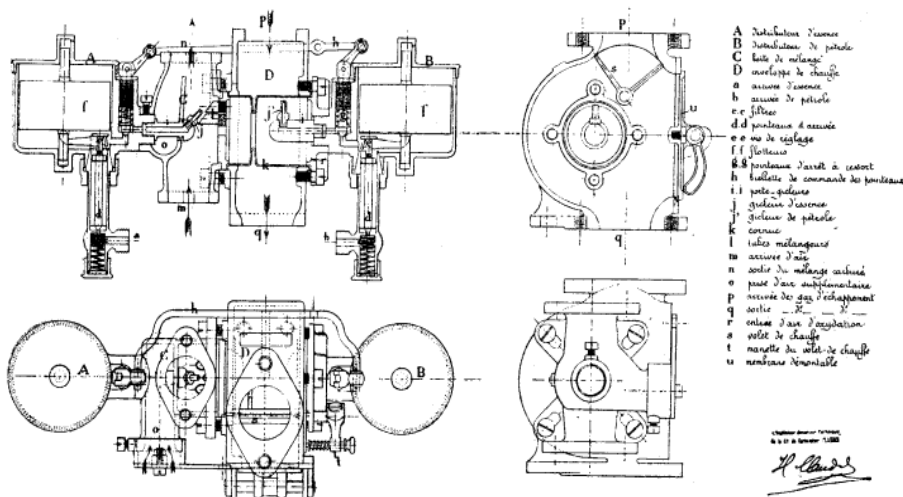
L'oxyde de carbone ainsi formé aurait donc été repris à l'échappement en partie, en même temps qu'on aurait régénéré une certaine quantité d'hydrogène.

Mais l'adduction des gaz de l'échappement à l'intérieur de la cornue avait pour inconvénient de donner aux gaz du pétrole une température trop élevée, préjudiciable à la puissance développée par le moteur.

Donc dans le carburateur Claudel le pétrole est tout d'abord amené à l'état de vapeur surchauffée, puis gazéifié en présence d'une faible quantité d'air.

La mise en marche avec cet appareil peut se faire de deux façons différentes, soit à l'aide de l'essence (il a un flotteur et un ajustage spécial pour cela) soit en chauffant préalablement la cornue avec une lampe.

L'appareil se compose (fig. 1) d'une double enveloppe de chauffe D, au centre de laquelle est placée la cornue k. Dans l'espace annulaire compris entre la cornue et



la paroi extérieure de la double enveloppe, circulent les gaz d'échappement du moteur, lesquels entrent par la tubulure p et s'échappent par la tubulure q.

La cornue k est placée dans la double enveloppe d'une façon dissymétrique par rapport aux tubulures d'entrée et de sortie de l'échappement et de telle façon que, par la position variable d'un volet de réglage s, on puisse échauffer plus ou moins la cornue.

Dans le cas où le volet s est dans la position qu'indique la coupe transversale de l'appareil, l'écoulement des gaz chauds s'effectuant dans le sens de la flèche 2, l'échauf-

fement de la cornue est faible par suite du passage direct de la colonne gazeuse sur une surface de cornue très faible relativement à celle embrassée dans le cas où, le volet étant dans la position pointillée *ss*, les gaz chauds doivent suivre en totalité le circuit indiqué par la flèche *1*, enveloppant une grande surface de cornue.

La différence entre les deux parcours est encore accentuée par suite d'une augmentation de perte calorique en *2*, obtenue grâce à une paroi très mince portant au besoin une dérivation des gaz de l'échappement, la paroi correspondant au circuit *1* étant au contraire constituée par une paroi épaisse, moins propice à la perte du rayonnement.

La manœuvre du levier *t* permet de donner au volet *s* toutes les positions intermédiaires nécessaires au maintien de la température constante de la cornue.

La cornue renferme une membrane qui augmente la surface de chauffe en même temps qu'elle oblige les vapeurs de pétrole à circuler le long des parois de la cornue avant de s'échapper par les orifices *l* et les tubes mélangeurs arrivant dans la boîte de mélange *C*. Le rôle des tubes mélangeurs est de disséminer dans la masse d'air pur les produits gazeux émanant de la cornue, en même temps que de produire, avec la membrane, l'étranglement ou perte de charge assurant l'auto-régulation.

La boîte de mélange est munie de trois tubulures : *m* est la tubulure de prise d'air principale ; *n* est la tubulure de départ au secteur, *o* est la tubulure de prise d'air supplémentaire.

Une toile ou membrane intérieure oriente et permet la succion par les tubulures *o* et *m*, dans des conditions déterminées de vitesse et de dépression.

La tubulure *o* peut recevoir un registre correcteur qui s'emploie dans le cas où l'on change de qualité de combustible.

La boîte de mélange porte une boîte à flotteur d'essence, dont le flotteur *f* règle le niveau arrivant en *a*, et qui s'écoule dans la masse d'air par le gicleur *j* pendant les premiers instants de mise en marche ; un bouton d'excès permet le départ immédiat dès qu'on a par son intermédiaire appuyé sur le flotteur *f*, un excès de liquide étant ainsi introduit dans la boîte de mélange.

La hauteur de l'essence dans le niveau constant est réglée par la hauteur du flotteur *f* par rapport au pointeau ; cette hauteur est réglable par suite de la fixation de ce flotteur entre un double jeu d'écrous vissés sur la tige du flotteur.

La cornue *k* est fermée du côté opposé à la boîte de mélange par un plateau, qui porte la boîte du flotteur à pétrole *B* ; ce plateau est percé d'un très petit orifice *r* qui permet l'entrée de l'air d'oxydation.

Le pétrole arrive par la tubulure *b* de la colonne à pointeau. Le niveau de pétrole par rapport à l'ajutage *j'* est réglé par le flotteur *f* agissant sur le pointeau par l'intermédiaire de la bascule ; la hauteur de la dénivellation entre le niveau constant du pétrole et l'extrémité du gicleur est réglée par une vis que l'on serre ou desserre.

L'arrivée au gicleur *j'* du pétrole contenu dans le niveau constant peut être arrêtée instantanément par manœuvre du robinet pointeau, dont le levier *h* est commandé à la main.

Dans le cas où le carburateur est destiné à partir à la lampe, le flotteur à essence *f* est supprimé et remplacé par un bouchon *ad hoc*.

Le carburateur Claudel est simple, facile, économique à construire et bien au point.

Il s'applique aisément sur les moteurs existants, parce qu'il est peu encombrant et ne nécessite que deux tuyaux de raccords avec l'admission et l'échappement du moteur; son fonctionnement est régulier et sa surveillance facile.

Au point de vue du rendement la consommation en litres par cheval-heure, il peut être comparé aux carburateurs à essence.

D'après un procès-verbal d'essais faits le 8 novembre 1904 par M. Lumet ingénieur du laboratoire de l'A. C. F., sur un moteur de Dion de 8 chevaux muni d'un Carburateur Claudel, la consommation a été de 0 lit., 48 de pétrole lampant, densité 0.825, par cheval-heure; c'est sensiblement la consommation du même moteur à l'essence. Mais comme l'essence coûte environ le double au litre, hors Paris, du pétrole, on voit que le Carburateur Claudel permet, dans ces conditions, une économie de 50 p. 100 sur le combustible.

Son utilisation donnera d'intéressants résultats sur les véhicules automobiles industriels, pour les moteurs fixes et pour les moteurs de bateaux dans lesquels l'emploi du pétrole lourd, à point d'éclair élevé, s'impose à la place de l'essence pour diminuer les risques d'incendie; il permettra l'utilisation des automobiles dans les colonies, où l'emploi de l'essence est impossible.

Nous pouvons ajouter que, déjà, des résultats pratiques ont été obtenus pour les groupes industriels, les camions et les bateaux, dans différentes maisons, notamment les Sociétés Aster et Delahaye, où le Carburateur Claudel est employé couramment, on peut même dire exclusivement, pour ces usages: depuis un an chez Delahaye, depuis sept mois chez Aster. Nous citerons également le *Titan IV*, construit par la maison Pitre, et qui s'est toujours classé dans les premiers depuis sept mois.

En conséquence, nous vous proposons de remercier M. Claudel de son intéressante communication et de décider l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Lu et approuvé en séance, le 10 février 1905.

M. DILIGEON, *rapporteur*.

MÉCANIQUE

LA MÉCANIQUE EN 1904, par **M. G. Richard** (1),
Membre honoraire du Conseil.

MESSIEURS,

Les différentes branches de la mécanique appliquée ne progressent ni par sauts ni par brusques à-coups, mais par un développement graduel, plus ou moins actif, toujours continu, de sorte que les progrès d'une année semblent procéder tout naturellement de ceux des années précédentes, dont ils ne sont que la continuation ininterrompue même par des événements aussi imprévus que la naissance d'une année nouvelle à chaque premier janvier. C'est vous dire que je vous parlerai plutôt des progrès récents de la mécanique et de l'état actuel de ses principales branches, sans me limiter exclusivement à ce qui s'y est passé en 1904 seulement. Et comme, d'autre part, le champ de la mécanique est à la fois immense et cultivé d'une infinité de manières, je ne pourrai que le parcourir en toute hâte, et dans ses grandes voies seulement. De pareilles excursions sont plutôt cahotiques et fatigantes, celle-ci le sera peut-être un peu moins pour vous parce que je n'aurai souvent qu'à vous rappeler les pages de notre *Bulletin* où les principales questions de la mécanique appliquée ne sont jamais négligées. Je ne me dissimule néanmoins pas l'aridité de ma tâche, et je ne l'ai entreprise qu'en comptant absolument sur votre bienveillance habituelle.

Nous passerons donc rapidement en revue les machines motrices à vapeur et à gaz, les machines de locomotion : locomotives et machines marines, et quelques branches importantes de la mécanique appliquée : machines-outils, machines frigorifiques, engins hydrauliques, appareils de levage...

En ce qui concerne les **chaudières**, le fait le plus important de leur évolution actuelle est l'emploi de plus en plus universel des chaudières à *tubes d'eau* (2). Ces chaudières, d'abord réservées aux endroits habités, qu'elles préservent des explosions désastreuses des types à grands volumes d'eau, puis essayées sans succès à la mer vers 1880, sont maintenant presque universellement em-

(1) Communication faite en séance le 10 février 1905.

(2) Voir, dans le *Bulletin* de décembre 1897, p. 1632, l'*Historique de la chaudière à tubes d'eau*, d'après M. Rowan.

ployées dans la marine de guerre (1) et dans les grandes stations centrales d'électricité; elles se répandent d'ailleurs de plus en plus dans toutes les applications de la vapeur. Ce succès s'explique par les grands progrès réalisés dans la fabrication de ces chaudières, de plus en plus simple et précise, avec des métaux et des éléments de meilleure qualité, notamment les tubes en acier doux sans soudure. Les chaudières à tubes d'eau non surmenées et bien installées sont aussi économiques que celles des autres types, et ne donnent lieu qu'à un entretien très modéré; sans être le moins du monde inoffensives, leurs explosions ne prennent jamais les proportions d'un désastre, elles montent en pression plus rapidement et se prêtent facilement aux très hautes pressions de nos jours : jusqu'à une vingtaine de kilogrammes.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce genre de chaudières, dont les progrès ont d'ailleurs été suivis attentivement dans notre *Bulletin*, ainsi que les principales études exécutées sur l'un des points les plus importants de leur fonctionnement : la circulation (2).

À côté de ces types à tubes d'eau à moyens éléments, il se développe, principalement à la mer, le type à éléments plus petits, à tubes de 5, 6 et même 3 centimètres de diamètre, droits ou courbes, dont le prototype est la chaudière express des torpilleurs, et dont l'application s'étend maintenant aux grands navires. La construction de ces chaudières s'est également très perfectionnée et leur rendement est des plus satisfaisants. C'est ainsi que, dans des essais récents (3), des chaudières express Yarrow, brûlant 235 kilogrammes de charbon par mètre carré de grille, ont vaporisé 48 kilogrammes par mètre carré de chauffe, 2590 par mètre de grille et 11 kilogrammes par kilogramme de charbon, vaporisation ramenée à 100°.

Ces chaudières, avec une activité poussée parfois à l'extrême, trouvent, sous une petite échelle, des applications remarquables dans l'automobilisme (4) et les automotrices des chemins de fer (5). On semble avoir renoncé, dans cette voie, aux types à volume d'eau infinitésimal, comme dans les premières chaudières Serpollet, dont l'alimentation présentait des difficultés hors de proportion avec l'utilité d'une mise en pression extrêmement rapide et d'une production de vapeur très surchauffée.

(1) *Emploi à la mer*, d'après MM. Marshall et Milton, *Bulletins* de septembre et octobre 1897, p. 1370 et 1478. Voir aussi les récents rapports de l'amirauté anglaise, *Engineering* (1904), 5, 12 et 26 août, p. 157, 193, 263; 9 septembre, p. 343; 19 novembre, p. 686.

(2) Études de Watkinson et Ward, *Bulletin* d'avril 1896, p. 607, et de Yarrow, janvier 1896, p. 134 et août 1899, p. 1212. Voir aussi *Bulletin* de la Société des Ingénieurs civils de France, janvier et mars 1904, les *Mémoires* de MM. Duchesne et Lencauchez.

(3) *Engineering*, 3 février 1903, p. 150.

(4) Serpollet, Renard, *Bulletin* de janvier 1903, p. 178.

(5) *Bulletin* de février 1903, p. 279.

Aux foyers des chaudières, on constate un emploi de plus en plus fréquent des *grilles mécaniques* (1). Ces grilles ne sont pas, en général, plus économiques qu'un bon chauffeur, elles sont coûteuses et se prêtent difficilement à suivre une allure un peu mouvementée; aussi n'ont-elles que peu de succès dans les petites installations, où elles n'économiseraient guère de main-d'œuvre. Elles sont, au contraire, de plus en plus en faveur dans les grandes installations, où la marche

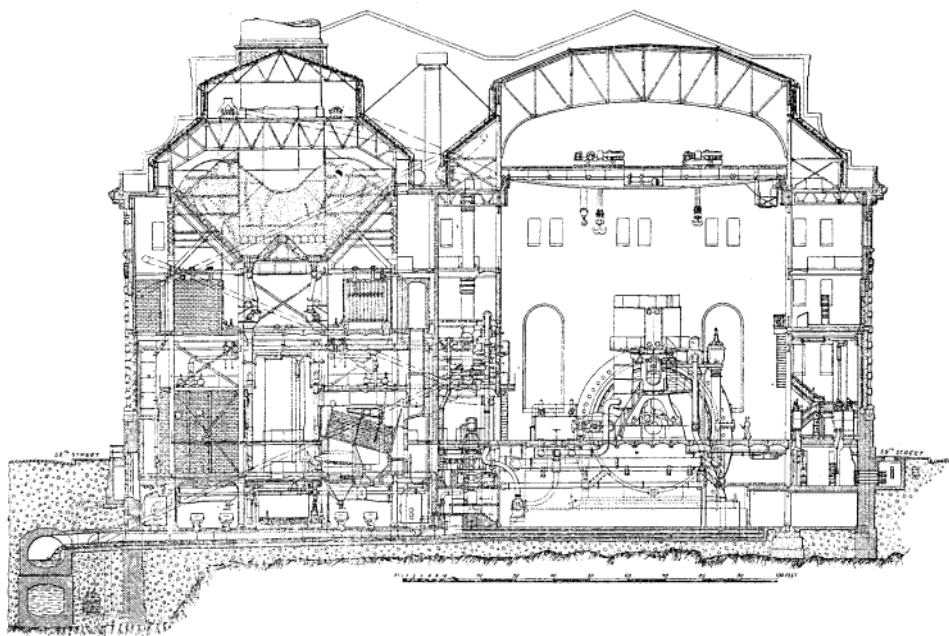


Fig. 1. — Station génératrice de l'Inter Borough rapid Transit Co, New-York. 130 000 chevaux.

Avec 36 chaudières Babcox, à surchauffeurs et réchauffeurs d'alimentation à l'étage supérieur. Chauffe de chaque chaudière 560°^c. Timbre 14 kil.

des chaudières est régulière, et où elles font partie de tout un système d'organisation des manutentions du charbon et des cendres, qui en rend le service presque entièrement automatique et d'une régularité parfaite, avec une main-d'œuvre extrêmement réduite.

Cette organisation des grandes chaufferies est des plus remarquables. Son principe consiste à exécuter la manutention entière du charbon par des systèmes de transporteurs et de convoyeurs qui le prennent aux navires ou aux wagons, l'amènent au grenier ou silo placé au-dessus des chaudières, d'où il tombe, par

(1) *Bulletin* de mars 1890, p. 337.

des trémies, aux appareils qui le distribuent aux grilles mécaniques des chaudières, généralement superposées en différents étages; d'autres convoyeurs prennent les cendres des foyers et les emportent à la décharge. Les exemples

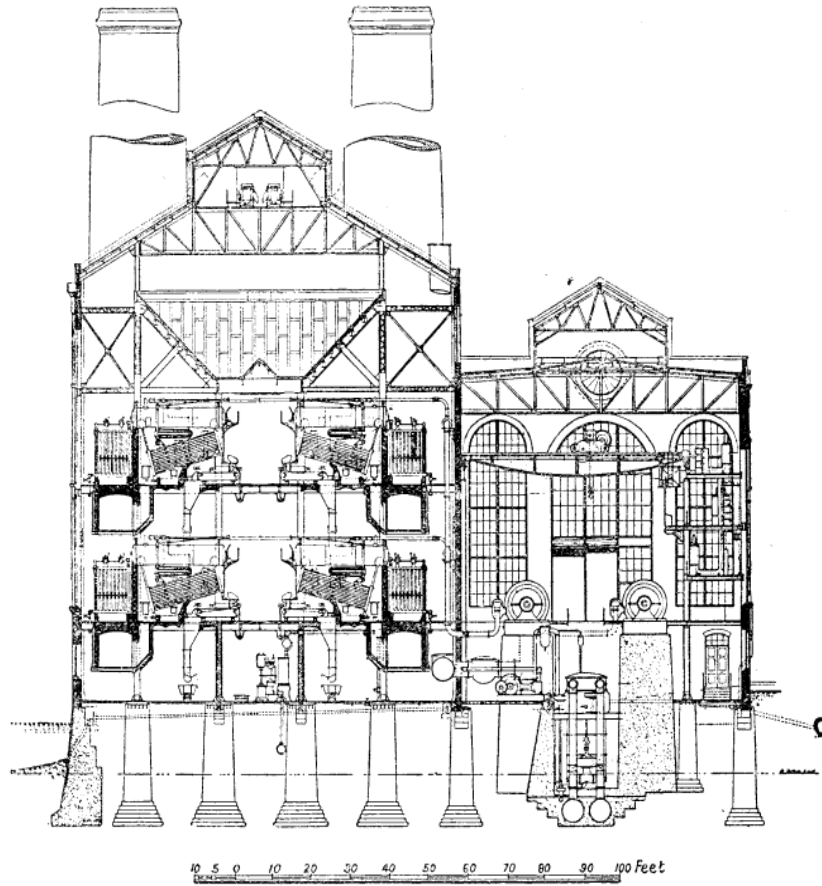


Fig. 2. — Station génératrice du District Ry, à Chelsea.

Avec 64 chaudières Babcox de 485m^2 et surchauffeurs de 63m^2 , sur deux étages, desservies par un magasin de 15 000 tonnes. Réchauffeurs d'alimentation de 140m^2 derrière chaque chaudière. Grilles à chaînes de $7\text{m}^2,7$. Timbre 11 kil. 8 turbines Westinghouse de 7 300 ch. à 1 000 tours par minute.

récents représentés par les figures 1, 2 et 2 bis, joints aux descriptions de types analogues déjà donnés au Bulletin, suffiront pour faire comprendre toute l'importance, la complexité et l'ingéniosité de ces nouvelles installations (1).

(1) Types de Hunt, *Bulletin* de décembre 1893, p. 1375; de la 3^e avenue, New-York, janvier 1900 : p. 900 de Jersey City, mai 1899, p. 790; station de la Watersyde (130 000 ch.), février 1902, p. 276.

Les appareils à tirage forcé, par refoulement ou par aspiration, jusqu'à présent presque exclusivement réservés aux chaudières marines (1), commencent à se répandre à terre dans bien des cas où il est spécialement avantageux de sup-

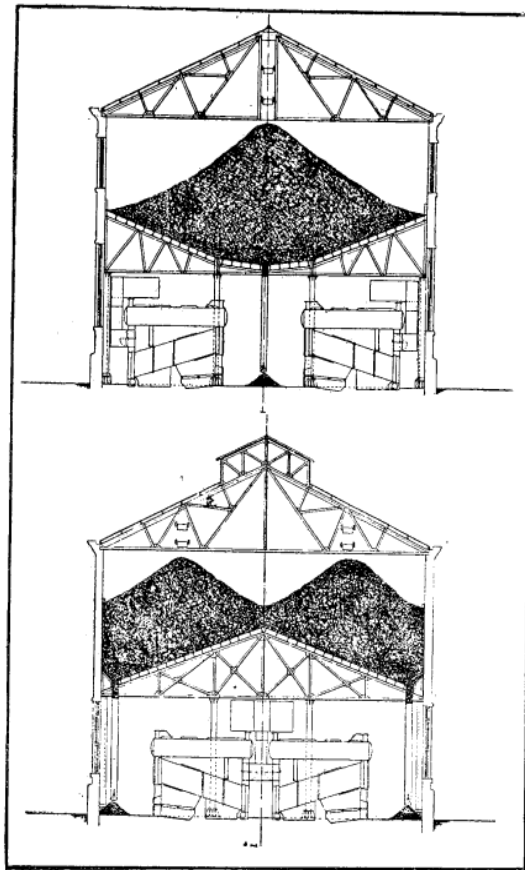


Fig. 2 bis. — Montrant l'avantage des magasins à chargement bilatéral sur ceux à chargement central.

primer les hautes cheminées ou d'activer la vaporisation des chaudières (2); ces tirages forcés peuvent, en outre, se combiner facilement avec des réchauffages de l'air aspiré ou refoulé au foyer, et procurer ainsi une certaine économie (3).

(1) *Bulletin* d'avril 1896, p. 542.

(2) Types de Pratt et de Sturtevant, *Bulletin* d'avril 1896, p. 547; *Revue de mécanique*, avril 1902, p. 404.

(3) Ellis Eaves et Graves, *Bulletin* de mars 1895, p. 254.

L'application des foyers à gazogènes soufflés permet d'activer aussi très vivement la vaporisation des chaudières, avec, théoriquement du moins, l'avantage d'une combustion facilement réglable entre des limites presque indéfiniment étendues; aussi cette solution a-t-elle tenté de nombreux inventeurs, qui ont, jusqu'à présent, presque toujours échoué, principalement par le fait de l'embarras des scories, de la dégradation rapide des parois du gazogène et de ses tuyères, grilles, etc. Nous signalerons néanmoins, comme tout particulièrement intéressant, le foyer gazogène de MM. Deprez et Verney (1), dont les essais se poursuivent actuellement.

L'emploi des *combustibles pulvérisés*, après avoir donné les plus belles espérances, principalement en Allemagne (2), ne se répand guère en Europe, mais semble acquérir une certaine faveur aux États-Unis (3). La difficulté n'est pas le broyage du charbon, mais son mélange avec juste la quantité d'air nécessaire pour le brûler sans pertes ni formation de scories, surtout dans les foyers actifs et variables. En outre, ceux de ces appareils où le charbon est pulvérisé d'avance et emmagasiné présentent certains dangers d'explosions des mélanges d'air et de charbon.

En ce qui concerne les *foyers au pétrole*, dont le développement a été très attentivement suivi dans notre *Bulletin* (4), je me bornerai à signaler la publication des essais du Bureau of Steam Engineering de Washington, qui ont montré que l'on pouvait, avec des chaudières à tubes d'eau peu poussées, obtenir des rendements allant jusqu'à 71,5 p. 100, et des vaporisations, ramenées à 100°, de 14^{kg},4 par kilogramme de pétrole brut (5); résultats des plus satisfaisants. Malheureusement on n'a pas encore su résoudre d'une façon pratique la combustion du pétrole sans une injection de vapeur, dont la dépense est très onéreuse à la mer.

En ce qui concerne l'alimentation des chaudières, il convient de signaler l'emploi de plus en plus universel des *réchauffeurs*, du moins dans les grandes installations, où leur économie paraît indiscutable. Comme exemple, on peut

(1) *Revue de mécanique*, décembre 1903, p. 603.

(2) Appareils de Wegener, *Bulletin* d'avril et de mai 1896, p. 536 et 745; *Revue de mécanique*, août 1898, p. 208; Schwartzkopff, *Bulletin* de mai 1896, p. 743 et *Revue de mécanique*, mai 1899, p. 535; Ruhl, *Bulletin* de février 1897, p. 291 et *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 440.

(3) *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 440. Voir aussi l'appareil de l'Engineering and Powdered Fuel Co, *Bulletin* de juillet 1901, p. 144.

(4) Essais de Weyer et Richmond, *Bulletin* d'août 1896, p. 1169; Foyers Du Temple et Kermode, *Bulletins* de juillet 1897 et décembre 1899, p. 1011 et 1804. — *Revue de mécanique*, mai 1903, p. 476.

(5) *Bulletins* d'avril et d'août 1902, p. 569 et 296; Rapports de MM. Flamery et Orde sur l'emploi des foyers à pétrole à la mer.

citer, entre autres, la station du Rapid Transit de New York, avec 64 chaudières Babcox de 520 chevaux et 16 économiseurs Green de 625 mètres carrés de chauffe chacun, ou de $0^m^2,3$ par cheval, qui permettent d'économiser 9,5 p. 100 du combustible, ou 170 000 francs par an, avec du charbon à 15 francs la tonne, soit 30,5 p. 100 du prix des économiseurs. C'est, en effet, à ce prix qu'il faut rapporter l'économie finale du réchauffeur, qui peut parfaitement, et c'est souvent le cas, économiser, dans une petite installation, un tant pour 100 de combustible incapable de compenser ses frais d'entretien, d'intérêt et d'amortissement (1).

Ces réchauffeurs peuvent, d'autre part, intervenir dans la *purification des eaux* par précipitation calorifique. La purification chimique et physique des eaux d'alimentation s'impose absolument avec les hautes pressions, et se répand de plus en plus; elle ne coûte pratiquement rien, car elle compense facilement ses quelques frais par le meilleur rendement de la chaudière débarrassée de ses dépôts et par son entretien moins onéreux, sans compter l'accroissement de la sécurité. Il n'y a pas d'hésitation à la recommander dans tous les cas; mais son installation ne doit pas se faire au hasard sans, au moins, une analyse des eaux à traiter. Bien étudiée, cette épuration constitue le meilleur des désincrustants, sinon le seul véritablement efficace (2).

Je ne ferai que vous signaler un curieux mode de réchauffage de l'eau d'alimentation, qui consiste à employer à cet effet une partie de la vapeur vive de la chaudière, dont la chaleur vient s'ajouter soit à celle des gaz perdus du foyer, soit à celle de la vapeur d'échappement. Les applications de ce procédé, en apparence paradoxal, se multiplient aux États, mais sans que l'on ait encore chiffré son économie réelle, ni donné la raison de cette économie (3).

Je ne ferai que vous rappeler, ici, la question si important de la *surchauffe*, qui a été également suivie dans votre *Bulletin* (4), et sur laquelle M. Brull vient de vous présenter un rapport à propos de l'un des surchauffeurs les plus employés, celui de M. Shwoerer (5). En ce qui concerne l'économie de combustible, l'avantage de la surchauffe est incontestable, mais il reste à faire intervenir les questions de conservation et de réglage de l'appareil, de prix de revient, d'entretien et d'amortissement, questions évidemment d'espèces, et qui ne sont pas toujours favorables au surchauffeur dans les petites installations.

Je signalerai encore un dispositif, dont le principe est connu depuis long-

(1) *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 404.

(2) *Bulletin* d'août 1904, p. 601; *Mémoire* de M. McGill; *Revue de mécanique*, janvier 1904, p. 57; *Mémoire* de Stromeyer et Baron.

(3) Kirkaldy, Halpin, Weir : G. Richard, *la Mécanique à l'Exposition de Chicago*, p. 57 et 507 et *The Engineer*, 19 août 1914, p. 184.

(4) *Bulletins* de mars 1896, p. 418, juillet 1903, p. 119 et mars 1904, p. 206.

(5) *Bulletin* de mars 1904, p. 175.

temps, mais dont l'application est récente : *l'accumulateur thermique* de M. Druit Halpin. Ce dispositif consiste, en principe, à mettre le dôme de vapeur des chaudières en communication constante avec une grande masse d'eau qui ne tarde pas à prendre la température même de la vapeur de la chaudière. En marche normale, la chaudière est alimentée par de l'eau refoulée, comme d'habitude, au bas du dôme de vapeur; mais, s'il survient un coup de collier, cette alimentation s'emprunte à l'eau de l'accumulateur qui, restituant ainsi une partie de sa chaleur, permet d'augmenter considérablement la vaporisation de la chaudière. C'est ainsi que l'on a pu, dans une station d'électricité de Kensington, plus que doubler temporairement la vaporisation de chaudières à tubes d'eau Babcox, et ce sans primage et sans fatigue. Après le coup de collier, le foyer en briques réfractaires est très chaud, en raison de l'activité exceptionnelle du feu, et l'on utilise cet excédent de chaleur à réchauffer de l'eau envoyée dans l'accumulateur, circonstance qui, dans ce cas, explique, en partie, l'économie de combustible réalisée par cet accumulateur. C'est une solution simple, utile à connaître pour les cas où l'on serait, comme à Kensington, obligé d'augmenter temporairement la vaporisation d'une batterie de chaudière dont on ne peut étendre l'emplacement (1).

En dehors de la question des turbines, qui sera traitée dans un instant, il n'y a aucune nouveauté remarquable à signaler dans le domaine des **machines à vapeur**. Les pressions, les détentes, les vitesses et les puissances (2) y deviennent de plus en plus grandes; l'emploi de la triple expansion se généralise de plus en plus pour les unités importantes, sans présenter néanmoins toujours un avantage bien marqué sur le compoundage à double détente (3), et ce presque indifféremment avec ou sans enveloppes aux grands cylindres, avec ou sans réchauffeurs intermédiaires. On peut même dire que l'opinion générale est plutôt défavorable à ces réchauffeurs, qui, s'ils permettent d'augmenter la puissance de la machine, n'augmentent guère son rendement en proportion de leurs dépenses d'établissement et d'entretien (4).

Dans le domaine des machines à vapeur rapides enfermées (5), il faut signaler le remplacement de plus en plus fréquent des types primitifs à simple effet par les types à double effet, plus actifs, remplacement rendu facile par l'emploi du graissage forcé, dont je vous ai tout récemment rappelé les avantages (6).

(1) *The Engineer*, 20 mai 1904, p. 516.

(2) *Bulletin* de juin 1902, p. 850.

(3) *Bulletin* de décembre 1900, p. 873.

(4) *Revue de mécanique*, septembre 1902, p. 258 et janvier 1904, p. 80.

(5) *Bulletin* de juin 1903, p. 910.

(6) *Bulletin* de novembre 1904, p. 907.

Comme organes de *distribution*, on emploie de plus en plus les tiroirs cylindriques équilibrés, avec ou sans garnitures en segments, spécialement avantageux avec la surchauffe, et les soupapes, mais souvent sans déclics, avec des mouvements entièrement desmodromiques, par des commandes dites à leviers roulants (1). Ces commandes donnent des ouvertures et des fermetures de soupapes très vives et grandes mais sans chocs, et avec un ferme appui de la soupape sur son siège de manière à en diminuer l'usure et à en assurer l'étanchéité. Souvent aussi, les robinets oscillants du genre Corliss, à double ou triple entrée, fonctionnent de même sans déclic, ce qui leur permet de s'adapter à des vitesses allant jusqu'à 150 tours par minute sans aucune fatigue (2).

En ce qui concerne la *condensation*, on doit signaler l'emploi de plus en plus répandu, pour les grandes installations, des condenseurs centraux, moins coûteux et plus efficaces que les condenseurs séparés, toujours prêts, fournissant un vide complet dès la mise en train des machines, maintenant un vide sensiblement constant malgré les variations des différents moteurs qui leur sont rattachés, et enfin, présentant, surtout s'ils sont installés en double, une sécurité absolue. Mais il faut, pour assurer à ces condensations centrales la plénitude de leurs avantages, les calculer avec soin (3), éviter notamment les pertes de vide par la longueur et les fuites même les plus légères des conduites. C'est faute de ces précautions que, dans nombre de stations centrales d'électricité, les condenseurs séparés individuels ont donné de meilleurs vides que les installations centrales, et que même, dans certains cas, les machines à condensation ont donné des résultats définitifs moins avantageux que les machines sans condensation avec réchauffeurs d'alimentation par la vapeur d'échappement (4).

Le problème de la condensation pour les machines isolées et d'activité très variable est d'ailleurs des plus difficiles, car l'inertie du condenseur, ou la lenteur avec laquelle la température de l'eau chaude du condenseur suit les variations rapides de la dépense de vapeur, empêche le vide de suivre ces mêmes variations. M. Weiss a proposé, pour éviter ces variations du vide avec la marche du moteur, de compléter le condenseur par une réserve d'eau froide introduite dans la circulation de l'eau de condensation à la bache de sortie, et dont la masse, jouant le rôle d'un accumulateur de chaleur, rend la température de la bache et le vide du condenseur bien moins sensibles aux variations

(1) Guttermuth, *Revue de mécanique*, janvier 1900, p. 126. Lenke (*id.*), février 1902, p. 194. Lenz (*id.*), mai 1900, p. 654. Intzer (*id.*), février 1900, p. 262.

(2) Weyer et Richmond, *Revue de mécanique*, janvier 1902, p. 96.

(3) Comme type de calcul d'un condenseur central, voir Weiss, *Traité de la condensation*, p. 204.

(4) *Revue de mécanique*, janvier 1904, p. 77; *Bulletin* d'août 1904, p. 251.

de la marche du moteur. C'est une disposition rationnelle, encore peu connue, et des plus intéressantes (1).

Quant aux dispositions particulières des condenseurs, il faut signaler la prédominance des condenseurs à surfaces dans la plupart des grandes installations, parce qu'ils fournissent facilement de l'eau pure à l'alimentation des chaudières, et, parmi les types à injection ou à surfaces, le succès de ceux dits à colonne atmosphérique (2) qui diminuent considérablement le travail de la pompe d'extraction.

D'autre part, dans beaucoup de ces condenseurs, le travail de cette pompe est simplifié et diminué en ne lui faisant plus aspirer que de l'eau, l'aspiration de l'air se faisant par une pompe spéciale dite pompe à air sec, différenciation de fonctions parfaitement justifiées dans les condenseurs importants (3).

Comme simplification des pompes d'extraction, je ne ferai que rappeler la suppression des clapets de pied, comme dans celles d'Ewards (4), disposition qui permet d'augmenter sans chocs la vitesse de ces pompes, et je signalerai, dans ce même but, l'emploi des pompes d'extraction centrifuges et, telles que celles de Reuter (5), disposées en cascade de manière à ne pas comprimer trop brusquement l'air entraîné avec la vapeur.

A signaler encore l'emploi, dans des circonstances les plus variées et dans les installations les plus importantes, des tours de refroidissement (6) et de leurs dérivées, telles que les types à pulvérisation de la Cosmopolitan Power Co (7); mais ce sont là des appareils bien connus, sur lesquels il est impossible d'insister davantage dans cette rapide revue.

Parmi les solutions proposées pour l'utilisation des vapeurs d'échappement, les unes nouvelles, les autres renouvelées de types anciens, je ne ferai également que vous rappeler l'accumulateur de chaleur de Rateau, qui permet d'utiliser sur des turbines à basse pression la vapeur d'échappement des machines à travail très variable, comme les machines d'extraction (8), et les machines à vapeur froide, dérivées des types de Du Tremblay, telles que celles de Behrend et Zimmermann et de Windhausen, qui ont donné, comme celles mêmes

(1) Weiss, *Traité de la condensation*, p. 330 et *Revue de mécanique*, juillet 1902, p. 93.

(2) *Bulletins* de février et juillet 1903, p. 300 et 108, condenseur Weiss et Alberger. *Revue de mécanique*, janvier 1904, p. 95. Worthington.

(3) *Bulletin* de juillet 1903, condenseur Alberger, *Revue de mécanique*, juillet 1903, p. 44 et janvier 1904, p. 100, condenseur Tomlinson.

(4) *Bulletin* d'août 1896, p. 1182; *Revue de mécanique*, janvier 1904, p. 96.

(5) *Revue de mécanique*, janvier 1904, p. 95.

(6) *Bulletin* de mars 1896, type Worthington. Voir aussi *Bulletin de l'industrie minérale* de décembre 1903, l'installation de Ronchamps type Balk, *Revue de mécanique*, février 1904, p. 187.

(7) *Revue de mécanique*, avril 1903, p. 380.

(8) *Revue de mécanique*, avril 1901 et avril 1903, p. 485 et 385.

de Du Tremblay, d'excellents résultats aux essais, mais qui ne sont guère répandues et ne conviennent, en fait, qu'à des cas tout à fait particuliers (1).

L'emploi de la *surchauffe*, du moins celui de la haute surchauffe, jusqu'à près de 400°, ne se répand pas avec la rapidité que l'on aurait pu espérer à la suite des brillants résultats annoncés en faveur des appareils de Schmidt notamment (2) et d'essais indiscutables des plus heureux (3). La plupart des applications sur une échelle tant soit peu étendue se rapportent à des surchauffes d'une cinquantaine de degrés; il en résulte certainement une économie d'eau ou de vapeur par cheval indiqué, mais pas toujours une économie de combustible, et surtout une économie suffisante pour compenser les frais d'entretien et d'amortissement du surchauffeur. Citons néanmoins quelques résultats très remarquables, constatés sur des machines demi-fixes Wolff, compound, à vapeur surchauffée : dépense par cheval indiqué 4^{kg},50 de vapeur et 0^{kg},55 de charbon, pour des puissances de 30 chevaux, avec un rendement organique de 90 p. 100 (4). Enfin il ne faut jamais oublier que, pour réussir, les différentes parties d'une installation à vapeur surchauffée : chaudière, surchauffeur et moteur, doivent s'accorder parfaitement entre elles de manière à constituer un ensemble rationnel et homogène.

Mais c'est surtout dans son application aux *turbines à vapeur* que la surchauffe paraît devoir présenter son plus grand avantage. En effet, d'une part, l'absence des pistons et des distributions y supprime toute difficulté du graissage de ces organes et permet, sans inconvénients, l'emploi de surchauffes très élevées, et, d'autre part, la surchauffe diminue notablement le frottement de la vapeur sur les roues et les aubes des turbines : d'environ 1 p. 100 par 10 degrés de surchauffe. En fait, on peut, comme approximation grossière, admettre, d'après une moyenne de nombreux essais, que la surchauffe procure une économie de vapeur d'environ 1 p. 100 par chaque 5 degrés de surchauffe, jusqu'à 50° environ, et que les turbines peuvent fonctionner sans inconvénients avec de la vapeur à 300° et plus.

Le progrès universel et extrêmement rapide des *turbines à vapeur* est certainement l'événement le plus important de l'évolution actuelle des machines motrices; il semble presque certain que, d'ici à quelques années, les machines à vapeur de quelque importance seront remplacées, dans la grande majorité

(1) *Bulletins* de décembre 1901 et 1902, p. 798 et 841. *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 275.

(2) *Bulletins* de mai 1896, p. 685 et février 1903, p. 298.

(3) *Bulletin* de septembre 1901, p. 411; *Revue de mécanique* d'avril 1903, p. 376. Machine compound Van den Kerkove, dépense de vapeur par cheval indiqué passant de 5 kil. 28 en vapeur saturée, à 4 kil. 02 avec vapeur surchauffée de 180 à 350°.

(4) Essais de MM. Mathot et Guttermuth, V. *Deutscher Ingenieur*, 17 février 1903.

des cas, par des turbines, en attendant, peut-être, l'élimination définitive des turbines mêmes par les moteurs à gaz.

Les variétés de turbines actuellement en usage sont très nombreuses, mais elles peuvent toutes se ramener, au point de vue cinématique, aux trois types fondamentaux, qui sont aussi ceux des turbines hydrauliques; savoir les turbines axiales, radiales (centrifuges ou centripètes) et les mixtes, ou hélicoïdales, et, au point de vue dynamique ou thermique, aux types à réaction, à impulsion et mixtes.

Comme disposition cinématique, c'est, de beaucoup, le type axial qui domine, c'est-à-dire celui dans lequel le courant de la vapeur au travers des aubes est parallèle à l'axe de rotation des roues. Il y a, pour justifier cette préférence, des raisons de simplicité de construction évidentes.

En ce qui concerne les types à impulsion et à réaction, la théorie n'indique aucune supériorité nécessaire de rendement de l'un de ces types sur l'autre; et, en fait, toutes choses égales, les deux types donnent, en pratique, les mêmes rendements. C'est au type à impulsion qu'appartient la première des turbines de l'ère actuelle, celle de De Laval, où la vapeur arrive des ajutages aux aubes de la roue après s'être détendue dans les ajutages jusqu'à la pression de l'atmosphère ou du condenseur. La vapeur en traverse les aubes sans aucune variation de pression, comme de l'eau réduite à la légèreté de la vapeur à la pression même de son échappement, et l'on n'a plus, dans une certaine limite, à se préoccuper de la question des fuites de cette roue, comme dans les turbines à réaction où la vapeur se détend, au contraire, dans les aubes mêmes des roues. Cette raison de l'extrême simplicité de la turbine De Laval subsiste dans ses dérivées si nombreuses aujourd'hui, à roues multiples, où la détente totale de la vapeur, au lieu de se faire entièrement dans une seule couronne d'ajutages ou de directrices, se fait successivement, par étages, dans plusieurs de ces couronnes, donnant sur autant de roues, de manière, qu'en chaque roue, la vitesse du passage de la vapeur soit réduite proportionnellement au nombre de ces étages, ce qui permet, comme on le sait, de réduire d'autant la vitesse des roues. Ces types à impulsion et à roues multiples comportent, eux-mêmes, une grande variété, et, parmi ces variétés, il convient de signaler, comme des plus intéressants, le genre multicellulaire, auquel appartient la turbine bien connue de Rateau (1), dans laquelle les différentes roues sont séparées les unes des autres par des cloisons, qui portent à leur périphérie les aubes directrices et réduisent les fuites d'un compartiment à l'autre à celles très faibles autour de la traversée des cloisons par l'arbre de la turbine. Mais toutes ces variétés jouissent de l'avantage, propre aux turbines à impulsion, d'être naturelle-

(1) *Bulletin* d'avril, 1904, p. 300 et *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril 1901. *Mémoire* de M. Rey.

ment équilibrées par l'égalité des pressions de part et d'autre de chacune de leurs roues. Il n'est donc pas étonnant de voir les turbines à impulsion se répandre de plus en plus.

Avec toutes ces turbines d'impulsion ou de réaction, on peut disposer l'axe horizontalement ou verticalement; la disposition horizontale prédomine; la verticale n'existe guère qu'aux États-Unis, avec les types de Curtis (1), commandant directement des dynamos également verticales. Ces turbines fonctionnent très bien, mais le graissage de leurs arbres exige des précautions

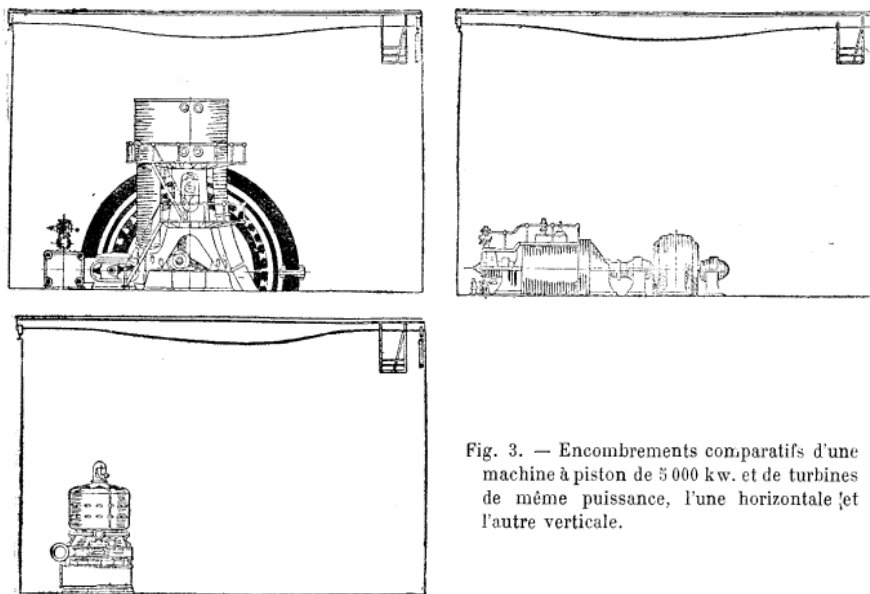


Fig. 3. — Encombrements comparatifs d'une machine à piston de 5 000 kw. et de turbines de même puissance, l'une horizontale et l'autre verticale.

toutes spéciales (2), et la disposition verticale ne paraît guère avantageuse en dehors de ces cas particuliers.

Les avantages généraux des turbines à vapeur sont bien connus; il suffira d'en rappeler les principaux : encombrement moindre (fig. 3), grande simplicité, faible entretien (0,055 environ par cheval-heure électrique); pour ainsi dire, pas de distribution; pas de forces d'inertie alternatives, d'où résultent un équilibre parfait et l'absence des irrégularités cycliques, considération des plus importantes pour la commande des dynamos; pas de graissage de la vapeur, et possibilité d'une surchauffe et de pressions indéfinies. Les quelques inconvénients inhérents aux turbines : multiplicité des éléments avec quelques ruptures

(1) *Bulletin* de février 1904, p. 140.

(2) *Bulletin* de novembre 1904, p. 906.

d'aubes, signalées de temps en temps, difficulté de la réversibilité, moindre élasticité de fonctionnement, lenteur relative de l'arrêt et de la mise en train, augmentation de la dépense avec l'usure des aubes. Ces inconvénients, légers dans bien des cas, ne sont pas tous insurmontables et ne sauraient contrebalancer les avantages très réels et importants que nous venons de rappeler.

Comme rendement, les turbines bien installées, avec ou sans surchauffe, mais avec, toujours, un vide excellent, voisin de 700 millimètres, nécessaire pour réduire les frottements des roues sur la vapeur; ces turbines, dis-je, peuvent rivaliser avec les meilleures machines à vapeur. Il n'y a pas, en effet, de raison pour que leur rendement organique ne soit aussi bon, et même meilleur, et leur rendement thermique au moins équivalent, ne serait-ce que par la diminution de l'influence nuisible des parois, presque supprimée. Et c'est, d'autre part, la diminution de cette influence et du frottement de la vapeur aux basses pressions qui expliquent le rendement avantageux des turbines à basse pression et leur emploi, comme dans les installations de M. Rateau, pour l'utilisation des vapeurs d'échappement des machines à pistons à travail irrégulier (1). Comme point de repère, on peut dire, qu'avec de grandes turbines, de 500 chevaux et au delà, on peut compter, par cheval effectif, sur une dépense d'environ 5 kilos de vapeur surchauffée à 300° et à 13 kilos de pression. En faibles charges, les turbines se sont montrées tantôt inférieures, tantôt supérieures aux machines à pistons équivalentes mais entre des limites voisines.

Ces considérations, que l'on ne saurait étendre ici davantage, paraissent justifier la vogue actuelle des turbines, auxquelles on n'hésite pas à confier les installations les plus grandioses, comme celles de 40 000 kilowatts à la station électrique de Saint-Ouen (2), et de 80 000 à Chelsea (3), sans parler de celles à bord des navires, dont nous dirons un mot tout à l'heure (4).

La caractéristique des **moteurs à gaz**, pendant l'année 1904, a été la continuation très active de leur développement, de leur extension à des puissances individuelles allant jusqu'à des unités de 6 000 chevaux et, comme aux forges de Lakawanna, à des installations de 40 000 chevaux, alimentées par les gaz des hauts fourneaux (5) et de 30 000 chevaux, aux tramways de Pittsburg, alimentées

(1) *Revue de mécanique*, avril 1901 et 1903, p. 485 et 385.

(2) *Bulletin des Ingénieurs civils de France*, juin 1904. *Mémoire* de M. Hart.

(3) *The Engineer*, 3 février 1903, p. 111 et *Scientific American*, 17 décembre 1904, p. 429.

(4) A consulter, sur les toutes dernières turbines, la *Revue de mécanique* de janvier, avril, mai, juin, août, octobre, décembre 1904 et mars 1905.

(5) Je n'insisterai pas ici sur le développement extraordinaire des moteurs à gaz de hauts fourneaux suivis pas à pas dans notre *Bulletin* depuis son origine. *Bulletins* de mai 1899, p. 797, avril 1900, p. 665, mai et août 1901, p. 692, 717 et 301; juin, août, octobre et décembre 1902, p. 138, 301, 558, 820 et février 1903, p. 121.

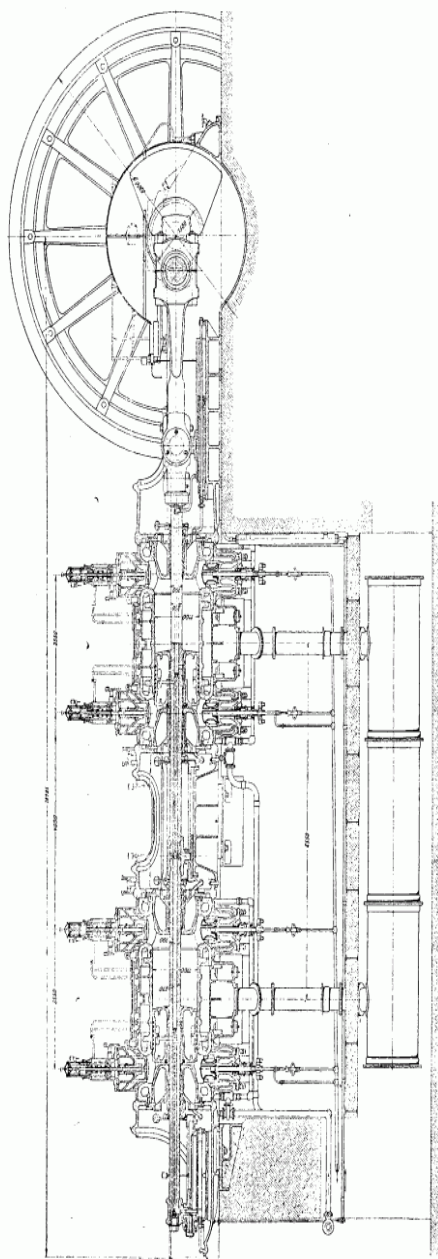


Fig. 4. — Moteur à gaz *Otto Deutz* de 2 000 ch.

par des gazogènes (1). Le moteur à gaz se pose donc, aujourd'hui, comme un rival des plus redoutables de la machine à vapeur dans presque toutes ses applications, mais pas encore avec la supériorité universelle et indiscutable qu'on lui attribue quelquefois.

Ce qui caractérise, d'une façon générale, ces grands moteurs à gaz, c'est l'adoption presque universelle des types à double effet, ou mieux à explosions

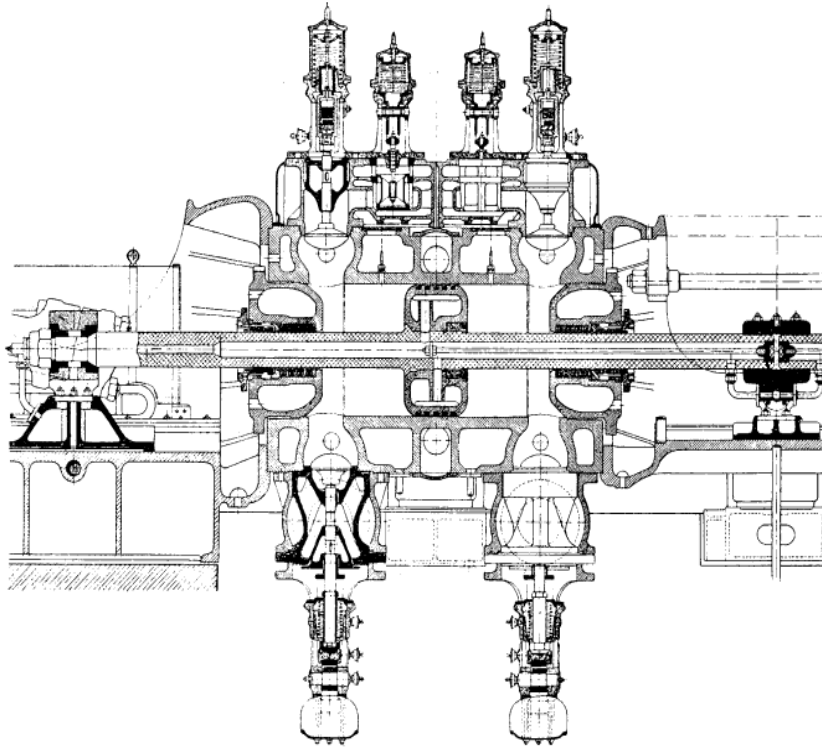


Fig. 5. — Distribution par soupapes de l'usine de Nuremberg.

sur les deux faces du piston de chacun de leurs cylindres, comme, par exemple, dans le nouveau type de Deutz de 2 000 chevaux (fig. 4) ; le type à simple effet aurait, en effet, conduit, dans ce cas, à de véritables monstruosités. Il va sans dire que ces grands moteurs se distinguent par toutes sortes de détails de construction ayant trait au refroidissement des organes de distribution, du cylindre et des pistons, à la commande et à l'exécution des distributions et des allumages, toujours électriques ou à tubes, mais il serait impossible de suivre ici l'évolution de ces détails. Je me bornerai à signaler tout particulièrement

(1) *Revue de mécanique*, novembre 1903, p. 484.

l'emploi de plus en plus fréquent des distributeurs cylindriques équilibrés (1) et surtout des soupapes refroidies par une circulation d'eau (2) et commandées

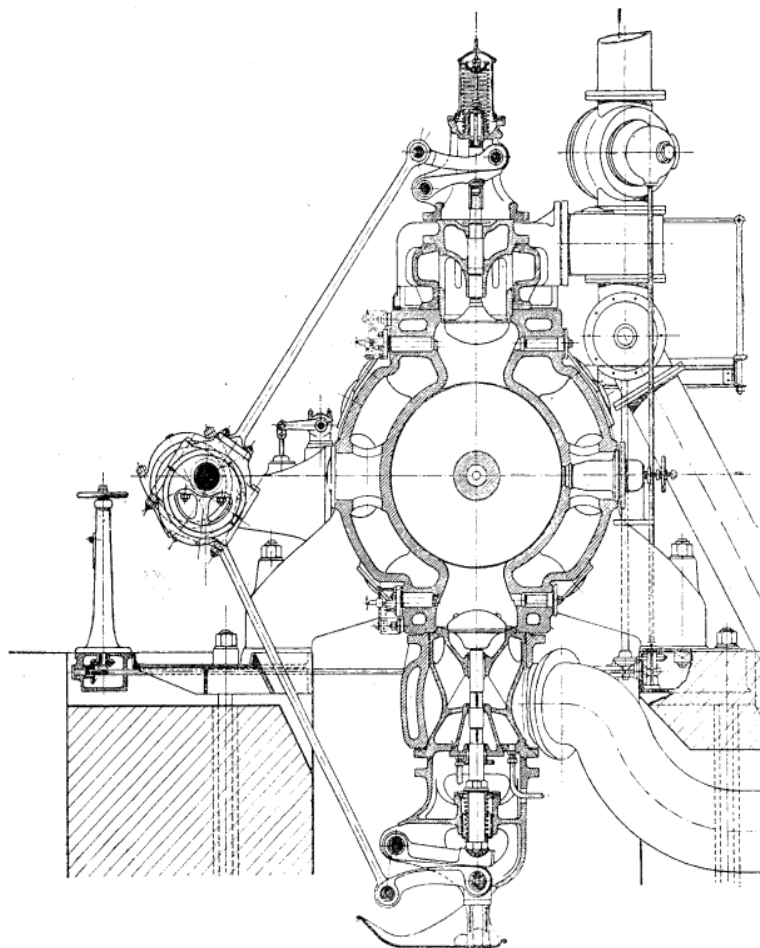


Fig. 6. — Distribution par soupapes de l'usine de Nuremberg.

d'une façon entièrement desmodromique par des mécanismes tels que ceux à leviers roulants, qui en assurent le fonctionnement rapide et sans aucun choc (3) (fig. 5 à 7).

(1) *Revue de mécanique*, juillet 1902 (Cail).

(2) Bellamy, *Revue de mécanique*, septembre 1902, p. 307. Crossley (*id.*), juillet et août 1900, p. 129 et 263.

(3) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 293; novembre 1904, p. 469. Pour les grands moteurs nouveaux consulter le N° du 25 février 1905 du *Z. des Vereines Deutscher Ingenieure*.

Les perfectionnements thermiques des moteurs à gaz se résument à une augmentation de la compression et de la vitesse; et, pour permettre l'augmen-

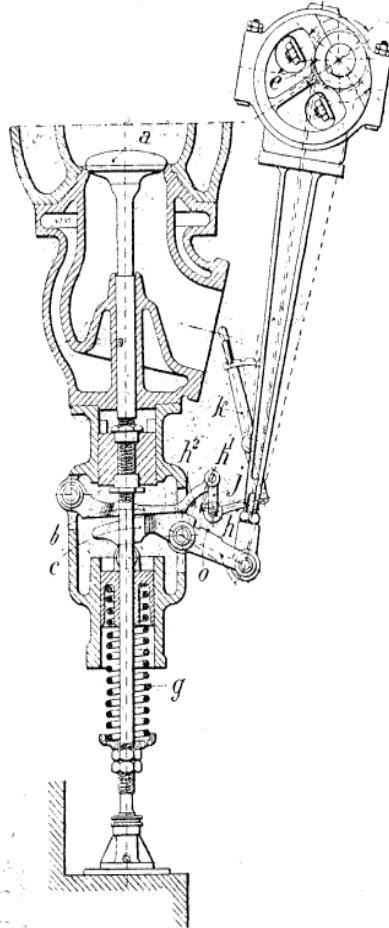


Fig. 7. — Soupape d'échappement des anciens établissements Cail.

Cette soupape *a* est commandée, de l'excentrique *e* de l'arbre de distribution, par les leviers roulants *c* et *b*, et, après sa fermeture, le levier *c* continue à l'appuyer sur son siège en comprimant le ressort *g* de manière qu'elle ne puisse s'ouvrir sous l'effet de l'aspiration du mélange moteur. Pendant la course motrice, le levier *c* laisse le ressort *g* se détendre de manière à réduire sa tension au moment de l'ouverture de la soupape *a*, et cette tension reste constante pendant toute la levée de la soupape. On obtient ainsi une fermeture assurée de la soupape d'échappement avec une faible tension de son ressort de rappel pendant sa levée. Le levier *b* porte, articulé en *h'*, une bielle *j*, avec galet *h*, qui dans la position figurée, est, vers la fin de la compression, repoussée par le toc *c* de *b*, de manière à diminuer la compression pour la mise en train du moteur; puis, une fois la vitesse acquise, on ramène, par *k*, le galet *h*, dans sa position *h*₂, où il cesse d'être rencontré par *c*.

tation de cette compression sans risque d'allumages prématurés, on a eu recours à deux artifices, différents d'aspects, mais d'effet et de principes identiques : une injection d'eau ou une addition d'air complémentaire, procédés sur-

lesquels je n'insisterai pas, puisqu'ils vous ont été décrits tout au long, et dès leur apparition, dans votre *Bulletin* (1).

La principale caractéristique du développement des *gazogènes*, pendant l'année 1905 a été l'extension aux plus grandes puissances des *gazogènes*

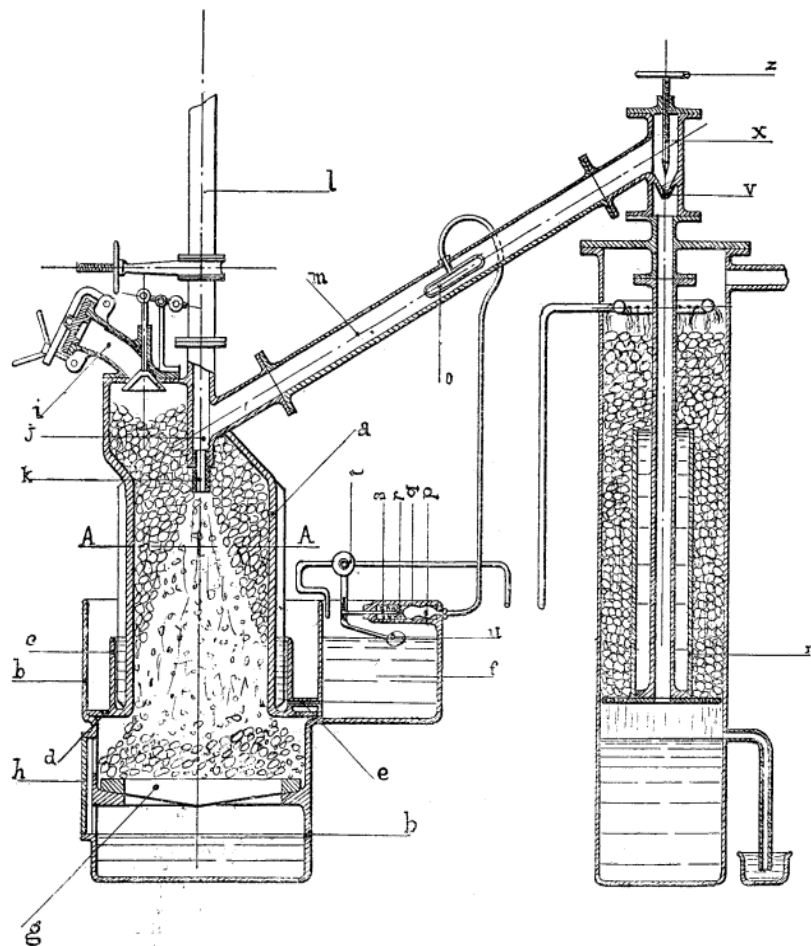


Fig. 8. — Gazogène Deschamps.

Le gazogène est formé essentiellement d'une cuve métallique ouverte à sa partie inférieure, et qui se place sur une seconde cuve *b*. La cuve *a* est garnie d'ailettes; sa partie inférieure est entourée d'une cloison *c*, venue de fonte avec la cuve, et qui a pour but de retenir un bain d'eau autour du pied de la cuve. Cette cloison repose sur une couronne horizontale *d*, venue aussi de fonte avec la cuve, et qui s'appuie sur la cuve *b*. Cette couronne est percée de trous en dehors de la chemise annulaire *c*. Une petite conduite *e* réunit l'espace annulaire entre *a* et *c* à une cuve *f*, dans laquelle de l'eau est maintenue à un niveau réglable.

Dans la caisse *b*, est disposée une grille *g* et une porte *h*, qui permet d'atteindre les mâchefers au-dessus de la grille

(1) *Bulletin* de mai et d'octobre 1904, p. 353 et 750 (Clerk, Crossley et Mietz).

d'aspiration, primitivement réservés aux petites forces, dans le but de débarrasser les petites installations de l'encombrement d'un gazomètre. C'est ainsi que l'installation de 30 000 chevaux de Johannesburg est alimentée par des gazogènes à aspiration de Potter. Ces gazogènes d'aspiration exigent certains accessoires spéciaux tels que des atténuateurs permettant de diminuer la brutalité de l'aspiration directe du moteur sur le foyer du gazogène ; on en trouvera un intéressant exemple sur le nouveau gazogène de M. Deschamps (1) (fig. 8).

ainsi que les cendres au-dessous et d'effectuer une communication entre l'air et la vapeur au-dessus et au-dessous de la grille.

A la partie supérieure de la cuve *a*, est une trémie *i*, à double fermeture, mais cette trémie est placée sur le côté de façon à laisser la place, au milieu du sommet de la cuve, à une conduite *j*, légèrement conique en bas, qui sert au départ des gaz et retient à sa partie inférieure, par sa conicité même, un tube réfractaire *k*.

Sur la conduite *j*, se trouve une cheminée *l*, avec un robinet, fixée par une bride de façon qu'elle puisse être facilement retirée si l'on voulait intervenir dans la conduite *j*, notamment pour changer le réfractaire *k*. Une tubulure *m* part de cette conduite *j* pour entraîner les gaz jusqu'au scrubber.

Sur le trajet de la conduite *m*, un petit réservoir métallique *o* est interposé de façon à être baigné par le gaz. Il communique, par un petit tuyau, avec une poire en caoutchouc *p*, entre un cylindre *q* et un petit piston *r*, soutenu par un ressort antagoniste *s*. La tige de ce piston aboutit à la clef du robinet *t*, qui amène de l'eau dans le réservoir *f*, et cette clef est reliée à un flotteur *u*, de sorte que, si le niveau baisse dans le réservoir au-dessous de la cloison *c*, le robinet tend à être ouvert par l'action de *u*, qui descend par son propre poids en flottant sur l'eau, et, qu'en même temps, ce robinet tend à être ouvert même quand le niveau de l'eau atteint ou dépasse la hauteur de la cloison *c*, dès que le piston *r* est poussé par la dilatation de la poire *p*.

Dans le haut du scrubber, la conduite est étranglée, et, à l'intérieur de l'orifice *c*, produit par cet étranglement, une aiguille *x* peut être enfoncée plus ou moins par une vis sous l'action d'un volant *z*. Cet amortisseur a pour but de réduire l'orifice de passage du gaz de façon que les variations de pression produites par l'aspiration du moteur n'aient d'action totale que sur le scrubber et que le gaz soit retenu dans le gazogène par cette réduction de diamètre de la conduite.

L'aiguille *x* et le volant *z* ont pour but de permettre de varier cette section suivant l'expérience, pour obtenir le meilleur résultat.

Cet amortisseur étant disposé dans une partie verticale, l'augmentation de vitesse produite par le passage du gaz au travers de l'orifice réduit tend à séparer les poussières et les goudrons.

Ce gazogène, destiné à fonctionner par l'appel direct du moteur, peut être allumé soit au moyen du petit ventilateur, soit par le tirage de la cheminée *l*. Quand l'allumage est suffisant, le robinet au pied de cette cheminée est fermé et le moteur appelle le gaz dans la colonne à coke et par là au gazogène. L'air entre par les orifices qui sont réservés dans la couronne *d*, aboutit dans la partie inférieure de la caisse *b* autour du combustible et, grâce à l'espace que réserve la porte, aboutit en même temps au-dessus et au-dessous de la grille.

Ce réglage du volant *z* permet d'éviter les à-coups trop violents dans l'entrée de l'air et doit être fait une fois pour toutes pour un moteur déterminé marchant dans les mêmes conditions habituelles.

Grâce au flotteur *u*, de l'eau est maintenue constamment entre la cuve *a* et la cloison *c*, de façon que la température ne puisse pas trop s'élever dans le métal de la cloison. La vapeur formée par l'échauffement de l'eau ainsi réservée est entraînée avec l'air, grâce au prolongement supérieur de la caisse *b*, qui oblige cet air à être puisé autour de la partie supérieure du gazogène. La partie supérieure de la cuve *a* est protégée contre l'échauffement par des ailettes, mais cet échauffement est sensiblement réduit grâce à la disposition de la prise intérieure de gaz *j*, qui doit plonger assez profondément dans le combustible, et qui tend à maintenir la plus haute température au centre. C'est pour obtenir ce résultat que la trémie de chargement est placée assez haut au-dessus de la prise de gaz.

Si la température tend à devenir très élevée à l'orifice de la prise de gaz, notamment avec le coke, le réfractaire *k* est destiné à en supporter l'effet et à protéger le métal. Si cependant la température vient à s'élever au delà d'une certaine limite dans le gazogène, le gaz sortira très chaud. Il fera dilater le gaz contenu dans l'enceinte *o*, placée sur son trajet, la pression augmentera dans celle-ci ; comme elle communique avec la poire *p*, le piston *r* sera chassé et ouvrira le robinet *t* malgré le flotteur *u*, de sorte que le niveau d'eau montera dans la chambre *f* et, par conséquent, débordera autour du gazogène au-dessus de la cloison *c*. L'eau s'écoulera ainsi sur la couronne *d* et sera entraînée sous forme de liquide ou de vapeur, ainsi que l'air, par les orifices ménagés dans cette cloison.

Cette addition d'eau produit dans le gazogène les relations endothermiques habituelles de la vapeur sur le carbone et abaisse la température de la masse du combustible.

Ce fonctionnement automatique peut être réglé par des dispositions simples, comme, par exemple, en déplaçant le point d'attache de la tige du piston à celle du robinet au moyen d'une coulisse et d'une vis de serrage, ou encore en déplaçant le fond du cylindre *q* par une vis. Il augmente en outre le rendement de l'ensemble du gazogène et du moteur, car, plus le moteur développera une puissance élevée, plus le gazogène tendra à s'échauffer et plus il consommera d'eau ; par conséquent, le gaz sera d'autant plus riche que le moteur sera plus chargé, et celui-ci sera, dans ce cas, dans les meilleures conditions.

(1) *Revue de mécanique*, novembre 1904, p. 474.

On cherche aussi, de plus en plus, à pouvoir brûler dans les gazogènes les combustibles les plus divers, tels que les menus demi-gras, le bois et même du fourrage (1). L'emploi des charbons bitumineux peut être rendu moins difficile

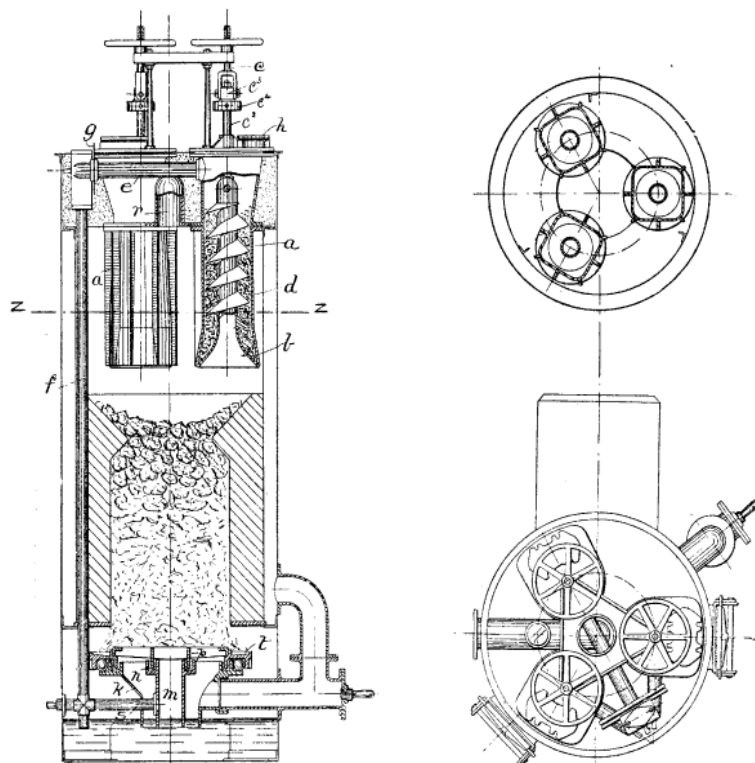


Fig. 9. — Gazogène Crossley et Rigby.

Le charbon est chargé dans des cornues *a* où il distille ses goudrons par la chaleur du gazogène; pendant le chargement de cette cornue, son fond *b* est maintenu fermé par la manette *e*, et on tourne, par *c*, sa vis *d* de manière à briser et à y faire descendre le charbon. Pour vider la cornue dans le gazogène, on l'ouvre, en *b*, par *e*, et on aide la descente du charbon par la vis *d*, dont l'axe peut, à cet effet, tourner dans l'étrier de *c*. Les gaz ainsi distillés des cornues passent, par *e/m*, au foyer du gazogène, puis on ferme cette sortie en *g*, pour recharger de nouveau les cornues par la porte *h*. La grille *t* roule sur billes, avec joint hydraulique *n*; l'air et la vapeur arrivent au gazogène par *k* et les gaz sont aspirés du gazogène par un ventilateur.

par l'emploi de la combustion renversée, ou par celui de cornues de distillation disposées au dehors ou dans l'intérieur du gazogène, comme dans les types récents de Crossley (2) (fig. 9) et distillant les matières volatiles ou bitumineuses du charbon avant son arrivée dans la zone incandescente du gazogène, ou encore, en limitant la température au voisinage de cette zone de manière à éviter la for-

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 996.

(2) *Revue de mécanique*, mars 1902, p. 301.

mation de scories fusibles, comme dans le type des établissements Cail (1) (fig. 10), où ce réglage se fait en dérivant au foyer du gazogène une partie variable à volonté des gaz de l'échappement du moteur; et à la limite de ces marches en allure froide, on arrive à la possibilité de récupérer les sous-produits de la dis-

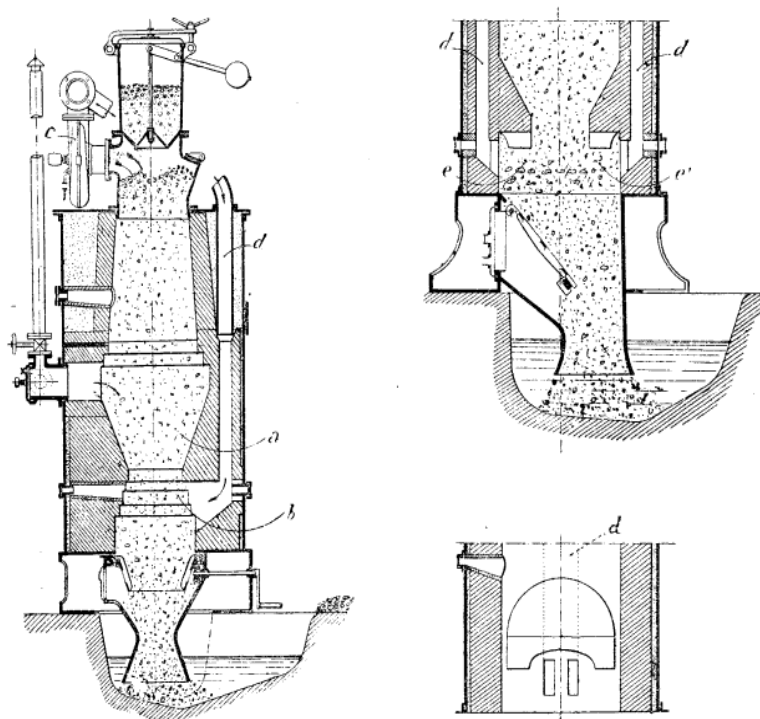


Fig. 10. — Gazogène de la Société française de constructions mécaniques.

Pour permettre l'emploi de combustibles donnant naissance à des scories fusibles, le gazogène est disposé de manière que la température n'y dépasse jamais 1 200 à 1 300°; à cet effet, l'air et l'eau qui alimentent le gazogène y sont refoulés, par un ventilateur *c*, aux étages *b*, mélangés à une proportion de gaz pris au haut du gazogène, et telle que la température de combustion qui en résulte ne dépasse pas les limites indiquées. Dans la figure de droite, ce mélange arrive, de *d*, au-dessous des voûtes inclinées *ee'*, qui étalent le combustible et ses scories, et facilitent la pénétration du mélange dans sa masse.

tillation des parties bitumineuses et volatiles : le sulfate d'ammoniaque, par exemple. Tel est le cas du gazogène Mond, dont on vient d'établir, aux usines de Kastner, une installation de 12 000 chevaux (2), mais sur lequel je n'ai pas à insister de nouveau, puisqu'il a été décrit tout au long, et dès l'origine, dans notre *Bulletin* (3).

(1) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 302.

(2) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 308.

(3) *Bulletin* d'octobre 1897, p. 1353.

L'entretien des garnissages est l'un des points faibles des gazogènes; ils se détériorent par l'attaque des scories et par celle des jets de flamme locaux fuyant contre leurs parois, inconvénient auquel on remédie d'ailleurs en partie par des formes de cuves et de trémies et des répartiteurs facilitant l'étalement et la descente uniforme des charges de combustibles, des injections centrales du vent, etc., et, tout récemment, M. Deschamps a proposé la solution radicale de la suppression totale du garnissage dans son appareil, dont la cuve en fonte n'est (fig. 8) protégée qu'extérieurement par une circulation d'eau. Ce

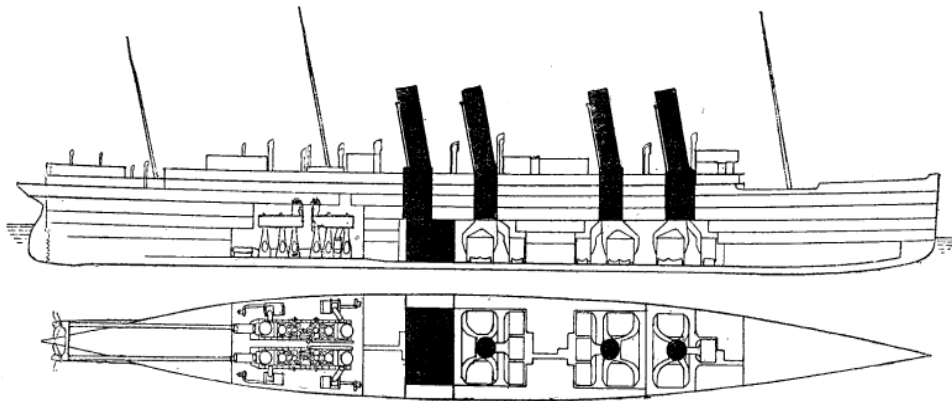


Fig. 11. — Les parties noires indiquent l'économie d'encombrement que l'on réaliserait sur le *Kaiser Wilhelm* en remplaçant les chaudières par des gazogènes.

gazogène a donné aux essais, qui ne sont pas encore définitifs, des résultats encourageants.

Les grilles sont presque toujours mobiles et souvent tournantes, ce qui facilite leur décrassage et la descente du combustible, parfois comme dans le type de Wellemann Seaver, c'est le gazogène même qui tourne (1); parfois enfin, la grille est supprimée ou très réduite, mais avec une certaine difficulté de décrassage. On peut d'ailleurs, en garnissant les barreaux de la grille de réfractaires, comme dans le type de Capitaine (2) ou simplement en les rafraîchissant convenablement par des arrosages ou des courants d'air (3), arriver à en diminuer considérablement l'usure.

Il va sans dire que, dans le plupart des gazogènes nouveaux, la chaleur du gaz qui en sort est plus ou moins récupérée par le chauffage de l'air alimentant le gazogène et la vaporisation de l'eau nécessaire à son fonctionnement.

(1) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 300.

(2) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 481.

(3) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 312 (Whitfield).

Je ne rappellerai que pour mémoire les projets d'installations de gazogènes à la mer, sur des navires dont ils permettraient (fig. 11) de diminuer le personnel et l'encombrement de la chauffe, mais dont la réalisation ne s'entrevoit encore que dans un avenir assez lointain (1).

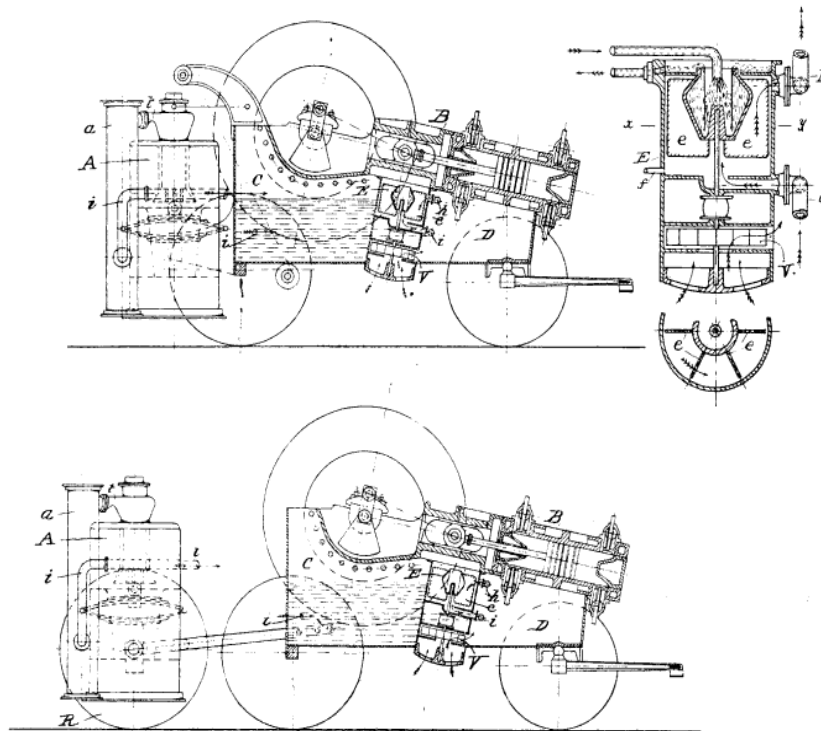


Fig. 12. — Gazogènes portatifs *Capitaine*.

Le gaz passe, de la colonne d'eau *a*, par *i*, dans la chambre des palettes *e* de l'épurateur centrifuge *E*, commandé par le moteur *B*. Ces palettes, animées d'une rotation rapide, essorent le gaz de son eau, de ses cendres et de ses goudrons, qui s'évacuent par *f*, tandis que le gaz épuré se rend au moteur par *h*.

L'eau de la colonne *a* vient aussi en *E*, où elle se débarrasse de ses impuretés, qui se collent aux parois de *E* et s'enlèvent à la main aux arrêts; de *E*, cette eau passe dans la chambre *D*, rafraîchie par l'air du ventilateur *V* puis dans le réservoir *C*.

Du côté, au contraire, des petits gazogènes portatifs, on a réalisé récemment quelques progrès permettant de constituer des groupements de petits moteurs locomobiles, avec leur gazogène et une petite caisse à eau, qui pourront trouver, lorsqu'ils seront devenus véritablement pratiques, de nombreuses applications, notamment dans la mécanique agricole (2).

(1) *Revue de mécanique*, novembre 1904, p. 488.

(2) *Revue de mécanique*, novembre 1904, p. 480.

Rien de bien particulier à signaler, en dehors du progrès constant des types pour automobiles et canots, dans les *moteurs à pétrole* et à essence. La question capitale est toujours celle, extrêmement complexe, du carburateur, sur laquelle M. Sorel a récemment publié des recherches très remarquables (1). Avec les essences, le problème du carburateur est à peu près résolu par des moyens très anciens perfectionnés graduellement; le plus en vogue de ces moyens est la

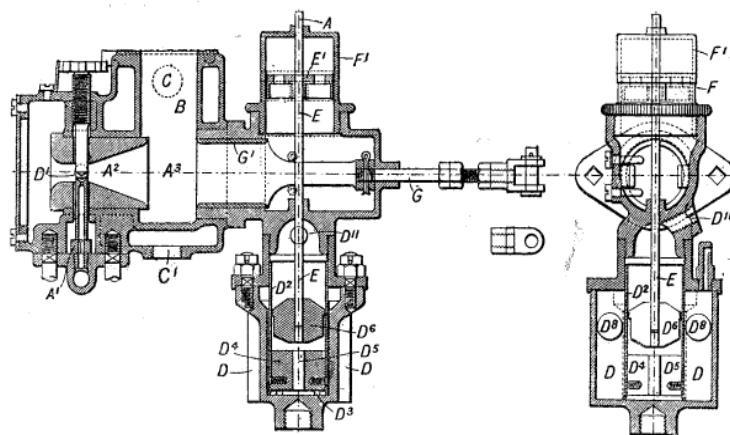


Fig. 13. — Moteur Crossley. Carburateur.

Carburateur, du type Critchley, à flotteur avec régulateur à mercure; ce mercure est enfermé dans quatre chambres D, autour d'un tube central D², communiquant avec ces chambres par les ouvertures du bas D³; au fond du tube D², se trouve un bouchon de bois D⁴, percé d'un trou central D⁵, pour réduire le volume de mercure nécessaire. Un flotteur en bois D⁶ commande E la valve E', qui commande par FF' l'admission de l'air à la chambre de mélange A³; un orifice D' permet de relier par un tuyau la chambre D² à l'ouverture D', au droit du jet de pétrole A' et de l'entrée fixe A² de l'air en A³. Les deux courants d'air de F et de mélange d'air et de pétrole de A³ se réunissent en B en proportions réglées par la valve G', commandée en G à la main ou au régulateur, et qui permet de fermer entièrement l'admission. En marche très lente, à 100 tours, par exemple, F est fermé, l'aspiration d'air par A suffit pour assurer la combustion du pétrole admis au moteur. A mesure que l'on ouvre G, le vide des aspirations augmente en A², qui, communiquant aussitôt avec D², y fait monter le mercure et le flotteur. qui ouvre E de la quantité voulue d'autant plus que la charge du moteur augmente davantage. Cette variation de l'admission d'air permet de marcher à toutes les vitesses avec toujours le même dosage d'air et de pétrole. Afin d'atténuer l'agitation du mercure, on met en D² un peu de glycérine et dans chacune des chambres extérieures D, des boules D⁸, qui flottent sur le mercure.

carburateur par giclage ou pulvérisation de l'essence par le jet d'air de carburateur. La principale difficulté est la réalisation d'un réglage rapide et permettant de suivre les variations du moteur dans les cas les plus extrêmes d'un service d'automobile par exemple. Je ne ferai que rappeler la solution bien connue de Krebs (2) et celle de Crossley, cette dernière (fig. 13) au moyen de flotteurs à mercure avec atténuateurs ou stabilisateurs à dash-pot à glycérine (3). La solution du carburateur à pétrole lourd est plus difficile; le moyen qui réussit

(1) *Revue de mécanique*, janvier, février, juillet, août 1903, février et juin 1904.

(2) *Revue de mécanique*, décembre 1902, p. 653.

(3) *Revue de mécanique*, mars 1904, p. 314.

Le mieux est de distiller et vaporiser le pétrole dans une cornue chauffée par une lampe ou par les gaz d'échappement, et c'est le gaz de pétrole ainsi produit qui fonctionne ensuite dans le moteur. L'un des meilleurs appareils de ce genre est celui de Claudel, dont M. Diligeon vient de donner ici même une description (1).

Rappelons que c'est avec un moteur à pétrole lourd, le Diesel, que l'on a atteint les rendements thermiques les plus élevés. Tout récemment, un essai

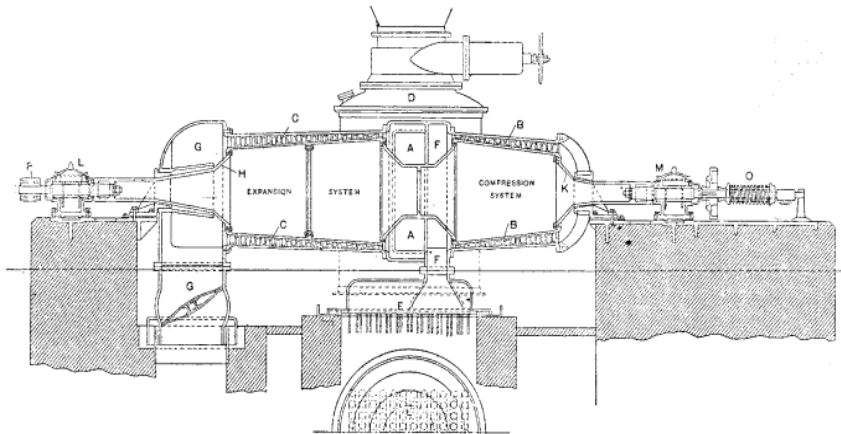


Fig. 14. — Turbines Stolze.

Cette machine comprend deux turbines, une servant de compresseur d'air B et l'autre motrice C, dans laquelle vient se détendre l'air refoulé de B en C, par F E A, au travers du réchauffeur E, chauffé par un foyer. Le régulateur O agit sur l'aspiration de l'air en K. L'air comprimé en B à 2 kil. 5 arrive en F, sous cette pression, à la température de 103°, puis est chauffé à 400° dans les tubes E. Après s'être détendu en C jusqu'à la température de 118° l'air s'échappe par G autour des tubes E, que l'air de B traverse avant d'arriver au gazogène F et où il s'échauffe à 180°.

avec un moteur de 100 chevaux a donné une dépense de 0^{kg}, 185 de pétrole par cheval effectif, correspondant à un rendement thermique de 36 p. 100 (2).

Le succès si remarquable des turbines à vapeur ne pouvait manquer d'attirer l'attention des inventeurs sur le problème de la *turbine à gaz ou à pétrole*, indiqué depuis longtemps, notamment par Redtenbacher dès 1853. Aussi les brevets de ces turbines commencent-ils à se multiplier (3), mais plus sur le

(1) En tête du présent *Bulletin*.

(2) *Bulletin* de novembre 1897, p. 1510; *Revue de mécanique*, juillet 1903, p. 106.

(3) Coleman (Brevet anglais, 23479, de 1900); Baille (4938, de 1900); Billingham (3968, de 1904); Edge (26802, de 1898); Enderby (6258, de 1902); Hessler (18329, de 1904); Huskinson (18202, de 1896); Curtis (*Revue de mécanique*, décembre 1899, p. 728); Irgens (Brevet américain, 617022, de 1899); Karodine (Brevet anglais, 27731, de 1902); Mac Donald (Brevet anglais, 20604, de 1903); Nordenfelt (Brevet anglais, 11525, de 1894); Ringelmann (Brevet anglais, 2595, de 1897); Steele (Brevet américain, 585601, de 1897); Stuart (Brevet anglais, 10601, de 1902); Stolze (Brevet américain, 667744, de 1901); Stumpf (Brevet anglais, 556, de 1903);

papier qu'en constructions réelles; nous ne connaissons guère à l'essai que deux de ces turbines : l'une à air chaud, celle de Stolze (fig. 14) (1), et l'autre à pétrole, celle de MM. Armengaud et Lemale (fig. 15 et 16). La turbine de M. Stolze est actuellement en construction. Celle de MM. Armengaud et Lemale a déjà été essayée avec un type de 50 chevaux, un peu différent de celui représenté par la

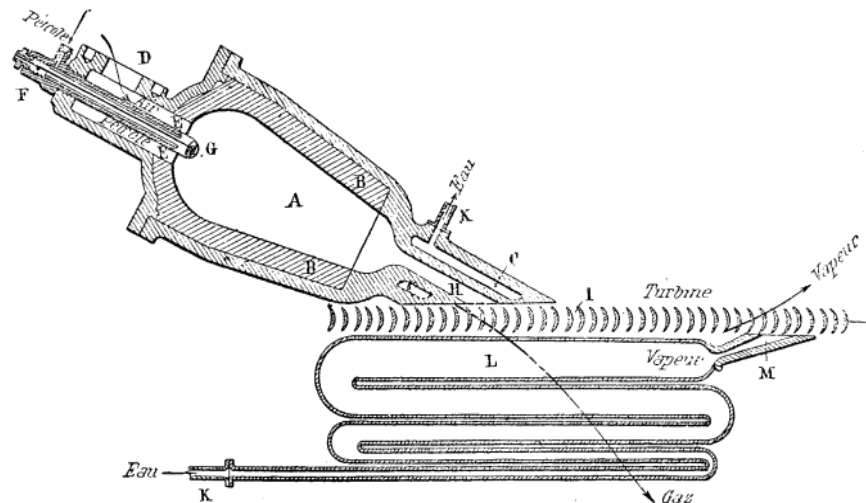


Fig. 15. — Turbine à gaz et vapeur Armengaud et Lemale.

Cette turbine comprend : une chambre de combustion. A, garnie de matière réfractaire BB ou munie d'une enveloppe d'eau CC. Elle est alimentée : 1° en D par un courant d'air comprimé par un ventilateur à haute pression calé sur l'arbre de la turbine ; 2°, en F, par un jet continu de pétrole sous pression qui se mélange intimement à l'air qu'on enflamme au moyen d'une bougie électrique G (fig. 16) et qui, en brûlant, développe en A une température d'environ 1800°.

A la sortie de la tuyère H, les gaz partiellement refroidis par la détente actionnent une roue à aubes I, maintenue à une température convenable soit par circulation intérieure d'eau, soit par le dispositif de la fig. 15, ou par la réunion de ces deux moyens. On peut, en effet, ajouter à la tuyère H une seconde tuyère M, à température plus basse, de sorte que la moyenne résultante pour un élément quelconque du disque I n'offre plus de danger à sa conservation. Une tuyère M, alimentée par de la vapeur pouvant se détendre à très faible pression et à très basse température, remplit ce but. Cette vapeur, créée avec l'eau réchauffée dans les enveloppes arrive, par K, dans un récupérateur L, chauffé par les gaz d'échappement.

figure, et que je vous ai signalé dans notre séance du 28 octobre 1904 (2) et ces essais ont donné des résultats assez satisfaisants pour motiver la construction d'un type de 200 chevaux. Ce type se compose d'une chambre de combustion sous pression constante, à garniture de carburendon, avec turbine recevant directement l'impulsion des gaz de cette chambre et, en même temps, celle

Thomson et Webb (Brevet anglais, 23740, de 1895); Uhlenhuth (Brevet anglais, 15983, de 1897); Wilson (Brevet anglais, 23872, de 1903).

(1) *Machinery*, décembre 1904.

(2) *Bulletin* d'octobre 1904, p. 902. Brevets anglais 4758 et 6432 de 1903, 22001 de 1904. *Éclairage électrique*, 19 nov. 1904.

d'un jet de vapeur fourni par une chaudière que chauffent les gaz sortant de la turbine. L'air comprimé nécessaire à la formation du mélange moteur dans la chambre de combustion est fourni par un ventilateur rapide Rateau, actionné

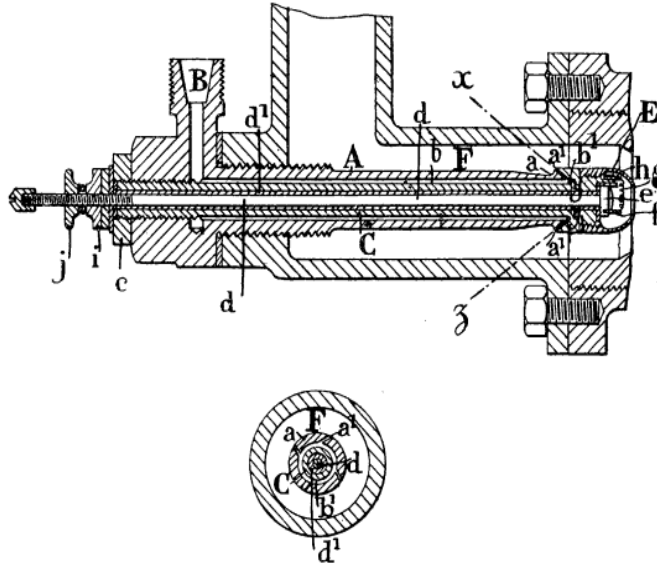


Fig. 16. — Détails du pulvérisateur de la turbine à pétrole *Armengaud et Lemale*.

Le pulvérisateur se compose d'un tube de métal A, muni d'un raccord ou tubulure B pour l'arrivée du combustible liquide, et se terminant à une extrémité par un bout tronconique *a*, sur lequel on a pratiqué des rainures hélicoïdales *a'*. A l'intérieur du tube A, est vissé un tube C, comportant une tête D, présentant un évidement circulaire tronconique *b*, qui vient s'appliquer sur le bout tronconique *a* du tube A. Le tube C laisse un conduit annulaire entre lui et A et un conduit circulaire *b'*, d'où partent les conduits *a'* entre la tête D et le bout *a*, et est arrêté au moyen d'un écrou *c*; de plus, il est percé sur toute sa longueur et traversé par une tige *d* en métal entouré d'un tube ou gaine *d'* en matière isolante. Cette tige *d* se termine par une tête *e*, dans laquelle est enfoncée une petite tige *f*, sur laquelle est fixée une spirale de platine *g*, attachée d'autre part à une autre petite tige *h*, enfoncée dans la tête D du tube C. La tige *d* fileté à son extrémité opposée à la tête *e* est munie d'un écrou *i* et d'un contre-écrou *j*, formant borne, entre lesquels on serre le fil amenant le courant. En outre, afin de garantir l'allumeur contre la chaleur de la chambre et les résidus de la combustion ou autres impuretés, le pulvérisateur porte un chapeau protecteur E, vissé à son extrémité.

Le combustible liquide venant par le raccord B pénètre dans le conduit annulaire compris entre les tubes A et C et arrive dans le conduit circulaire D, d'où il se sépare en filets qui s'écoulent par les rainures hélicoïdales a'. Ces filets, animés d'un mouvement giratoire communiqué par les rainures hélicoïdales, s'épanouissent de façon à former un cône de particules liquides qui sont saisies par l'air circulant dans le conduit F, dans lequel est vissé le pulvérisateur. On obtient ainsi une pulvérisation efficace et un mélange parfait parce que le liquide est réparti en très fines gouttelettes dans l'air, que les deux fluides ayant des courants de sens contraire le choc dû à leur rencontre augmente la pulvérisation et la répartition homogène des particules de liquide dans l'air.

Pour produire l'allumage, il suffit de faire passer le courant qui se rend par la borne ij , la tige d et la petite tige f dans la spirale, et ressort par la tige h et la masse. La spirale est portée à l'incandescence et, l'allumage du mélange une fois fait, on peut couper le courant, car le mélange continue à s'enflammer par suite de la température élevée de la chambre à combustion.

directement par la turbine, et qui absorbera environ 100 chevaux, ou le tiers de ce qui correspond à la puissance indiquée dans la turbine. On compte sur une vitesse d'environ 1 000 tours par minute... mais nous ne pouvons encore que souhaiter qu'un succès final vienne récompenser la persévérance et l'ingéniosité des inventeurs.

On sait quel développement ont pris, dans ces dernières années, les applications des *turbines hydrauliques* permettant d'utiliser à la production de l'électricité l'énergie des chutes les plus puissantes et les plus élevées, et ce mouvement a été suivi, dans notre *Bulletin*, d'assez près pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister ici davantage (1). Je me bornerai à vous signaler, comme particulièrement intéressant dans cette voie, l'achèvement de deux grandes installations canadienne et américaine du Niagara. Les turbines américaines, construites par Escher Wyss, et de 5500 chevaux sous 43 mètres de chute, font 250 tours, et commandent directement leurs dynamos par des arbres verticaux en tubes de 965 millimètres $\times$ 10 d'épaisseur, reposant sur des plateaux à graissage forcé. Les turbines canadiennes, également verticales, sont doubles, de 10 000 chevaux, de manière à réduire de 50 p. 100 le prix des fondations et canalisations (2).

Mais, à côté de ces très hautes et puissantes chutes, il s'en trouve de plus modestes, plus nombreuses et plus disséminées, dont la puissance, jusqu'à présent trop négligée, peut s'utiliser, dans bien des cas, très avantageusement à des transmissions et distributions électriques de moyenne importance, et les turbines se prêtent bien souvent mieux que les anciennes roues à l'utilisation de pareilles chutes basses et de débits variables. M. Steiger, dont nous avons récemment publié l'intéressant mémoire (3), a très justement attiré l'attention des ingénieurs sur cette question trop ignorée ou dédaignée.

Il nous semble qu'il en est de même, en France, pour la question des *moulins à vent*, dont les types nouveaux rendent tant de services et sont employés par milliers aux États-Unis; mais je ne puis que renvoyer le lecteur aux nombreux travaux que notre *Bulletin* a publiés à ce sujet, qui s'y trouve complètement traité (4).

Les **locomotives** continuent leur évolution, attentivement suivie dans notre *Bulletin* (5), vers des types de plus en plus puissants et rapides.

Du côté de la puissance, on peut citer, comme limite actuellement atteinte par les locomotives à marchandise non articulées, les types *decapod* ou à 10 roues accouplées des chemins de fer américains (fig. 17), avec des poids de 130 tonnes, dont 106 adhérentes, des grilles de 5^{m²},45, des chauffes de 445 mètres carrés (6) et la puissance de ces énormes machines est encore

(1) *Bulletins* de janvier 1901, p. 145, et juillet 1903, p. 123.

(2) *Revue de mécanique*, juin 1904, p. 613.

(3) *Bulletin* de novembre, 1904, p. 883.

(4) *Bulletins* d'octobre 1894; avril 1898; septembre 1903; avril, mai, juin, juillet, août 1904.

(5) *Bulletins* de mars et octobre 1902; février et mai 1903, Mémoire de M. Sauvage.

(6) *Bulletin* de janvier 1903, p. 141; Decapod à voyageurs du Great Eastern. *Revue de mécanique*, mai 1904, p. 498; Decapod à marchandises de l'Atchison-Topeka.

dépassée par celles de certains types articulés, comme celui de la machine Mallet, décrite dans nos *Bulletins* de novembre et d'octobre 1904, avec ses six essieux couplés, sa grille de $6^{\text{m}},7$, son foyer de 20 mètres carrés et sa chauffe de 520 mètres. Pour mesurer la distance parcourue, il suffit de rappeler que les fameuses locomotives « Titan » de Pétiet, qui passaient, en 1867, pour de véritables colosses, et qui avaient aussi 4 cylindres et 6 essieux couplés, ne pesaient que 60 tonnes, avec un foyer de $9^{\text{m}},6$ et une chauffe de 120 mètres carrés.

Du côté de la vitesse, on peut citer comme types nouveaux et particulièrement intéressants les deux locomotives exposées par Henschel à Saint-Louis. L'une est (fig. 18) une locomotive-tender à 3 essieux couplés et 4 cylindres de 421 et 630×630 millimètres, dont les deux de haute pression

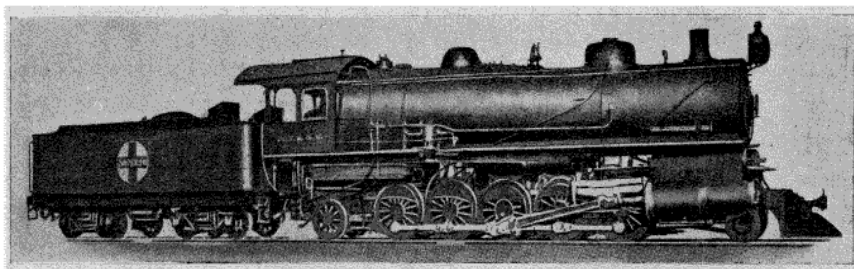


Fig. 17. — Locomotive Decapod de l'Atchison-Topeka R. r.

intérieurs et accouplés sur un essieu coudé; grille de $4^{\text{m}},10$, chauffe de $191^{\text{m}},2$, surchauffeur de $44^{\text{m}},2$, poids 106 tonnes, roues de $1^{\text{m}},75$. Cette locomotive doit pouvoir développer 1800 chevaux à 90 kilomètres, vitesse que ne justifie pas l'instabilité habituelle des locomotives tender, et passer dans des courbes de 180 mètres de rayon. La seconde machine Henschel est une express permettant de remorquer à 130 kilomètres, et parfois 150, des trains de 180 tonnes. Elle est à 3 cylindres égaux de 524×630 de course (rapport des volumes 2) avec (fig. 19) celui de haute pression au milieu, et attaquant l'essieu coudé d'avant accouplé avec celui d'arrière, que commandent les deux cylindres de basse pression, sur manivelles à 90° . La distribution Walschaerts, avec tiroirs équilibrés d'Allen, donne une admission constante de 90 p. 100 aux cylindres de basse pression et variable de 20 à 78 p. 100 au cylindre de haute pression; la puissance est de 1300 chevaux avec 30 à 40 p. 100 d'admission au cylindre de haute pression. Les roues ont le diamètre exceptionnel de $2^{\text{m}},20$. Timbre 14 kilogrammes, poids adhérent 34 tonnes, grille de $4^{\text{m}},10$, foyer de $15^{\text{m}},24$, chauffe de 244 m^2 .

Dans cette locomotive, comme dans la précédente, la cabine du mécanicien est à l'avant de la machine, ce qui met le chauffeur plus à l'aise et permet même

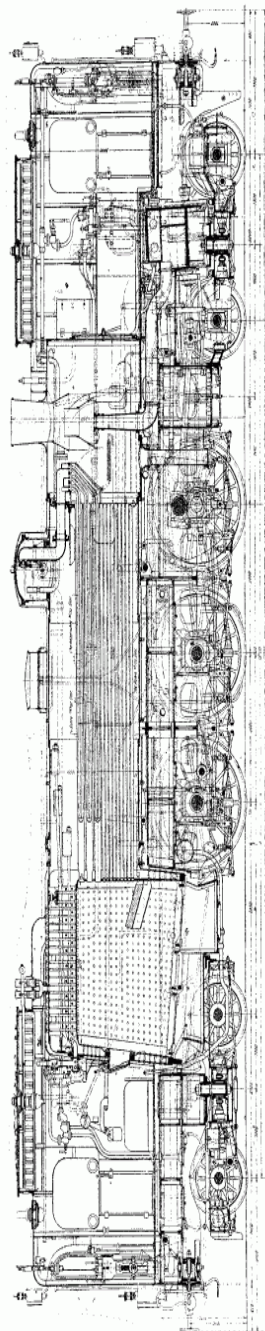


Fig. 18. — Locomotive express-tender *Henschell* à 4 cylindres de l'Exposition de Saint-Louis.

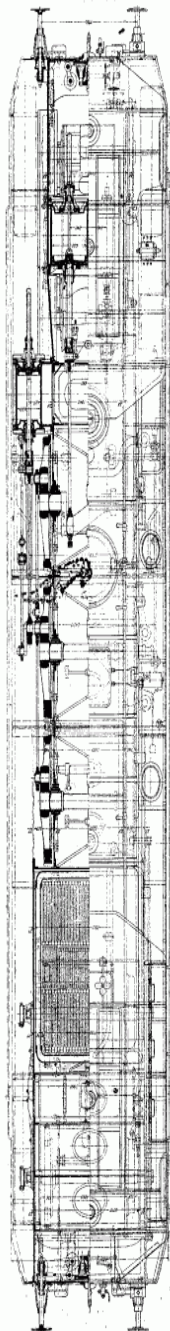
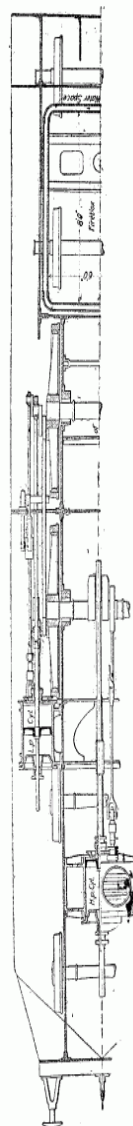


Fig. 19. — Locomotive express *Henschell* à 3 cylindres de l'Exposition de Saint-Louis.



de le dédoubler; le mécanicien lui-même découvre mieux la voie. Le chauffeur peut, en cas urgent, arrêter la machine, mais pas la mettre en marche. C'est une disposition rationnelle, et qui paraît devoir se répandre.

Cette vitesse de 130 kilomètres paraît bien aussi la limite que l'on puisse atteindre, dans les conditions actuelles de l'exploitation, avec les locomotives à vapeur sans voies spéciales, pour lesquelles on aurait d'ailleurs à étudier la question des locomotives électriques (1). Ce n'est pas à dire que la locomotive à vapeur ne pourrait pas aller plus vite, mais bien, qu'à ces vitesses, les trains doivent coûter autant au moins, sinon plus, qu'ils ne rapportent (2).

Le développement actuel de la locomotive est caractérisé notamment par la prédominance de plus en plus accentuée, dans les nouvelles machines, des types compound et des grandes pressions qui les justifient, et dont l'économie n'est, il semble, plus contestée (3).

Les dimensions des chaudières, qui sont l'élément de la puissance, sont poussées à l'extrême : des grilles G allant jusqu'à 9 mètres carrés dans certains types de Wootten, avec des chauffes S de 258 mètres ($S/G=29$), des pressions dépassant parfois 16 kilogrammes. Avec ces pressions, l'épuration des eaux s'impose; et, malgré cela, les tubes se piquent assez vite. Je citerai, à ce propos, l'essai de tubes en acier galvanisés qui a parfaitement réussi sur le Caledonian Ry.

On a proposé bien des moyens d'activer encore la vaporisation des chaudières locomotives, comme, par exemple, par l'emploi des tubes Serve, qui ne se sont guère répandus en dehors de quelques lignes, comme celles du P.-L.-M. (4) et par l'introduction de tubes à circulation d'eau dans le foyer (5). Puis on a repris l'ancienne idée de Perkins (1836) (6) de remplacer la chaudière tubulaire par une chaudière à tubes d'eau, entièrement ou seulement au foyer, comme dans le type autrichien de Brotan (7); mais il ne semble pas que l'on puisse ainsi augmenter considérablement, à poids égal, la vaporisation, et les types à tubes d'eau, avec leurs joints multiples, sont certainement d'un entretien plus difficile que celui des chaudières tubulaires qui se tiennent d'elles-mêmes; et enfin, il faut considérer, qu'à partir d'une certaine limite d'activité, qui paraît atteinte, et de rareté d'eau, la conduite des chaudières devient extrêmement difficile. Signalons encore, sur les chemins américains, quelques essais

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 992 et 1003.

(2) *Bulletin* de novembre 1904, p. 909.

(3) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1003.

(4) *Revue générale des chemins de fer*, février 1905, p. 82.

(5) *Bulletin* d'octobre 1902, p. 510.

(6) G. Richard, *la Chaudière locomotive*, p. 193.

(7) *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 393. A citer aussi les essais de Drummond (*Revue de mécanique*, juillet et décembre 1901, p. 31 et 703); Fox (*id.*), août 1902, p. 185; Smith (*id.*), février 1902, p. 174; Strong (*id.*), octobre 1900, p. 504.

infructueux de grilles mécaniques, et, au point de vue construction, quelques foyers ondulés, qui ne se sont guère répandus malgré leur simplicité (1).

La surchauffe commence à se répandre sur les locomotives, mais lentement. Le type du surchauffeur le plus répandu est celui de Schmidt, dont la figure 20 représente l'une des dernières applications (2). Personne ne conteste l'augmentation de puissance, l'économie de vapeur et par conséquent d'eau que procure

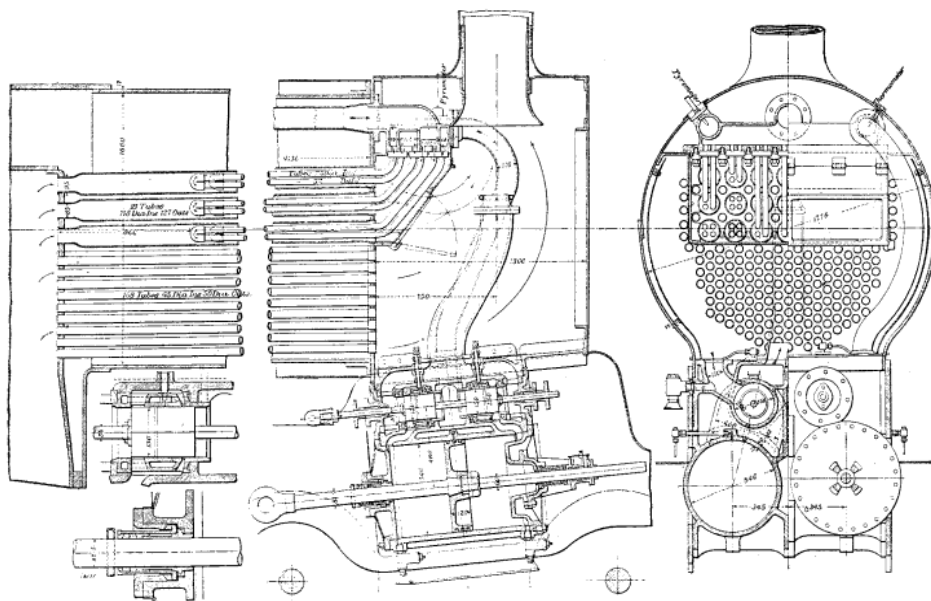


Fig. 20. — Application d'un surchauffeur Schmidt sur les locomotives à marchandises de l'État belge. Poids 500 kg. augmente de 3 p. 100 la chauffe de la chaudière.

la surchauffe, principalement sur les locomotives non compound; elle aurait, dans certains cas, atteint 25 p. 100; mais son économie finale, en combustible, entretien, etc., est encore discutée (3). L'emploi de la surchauffe entraîne des difficultés particulières de graissage des cylindres et de la distribution; elle entraîne presque forcément, comme en figure 20, l'emploi de tiroirs cylindriques équilibrés, qui sont d'ailleurs, en eux-mêmes, excellents et de plus en plus employés avec les hautes pressions (4). D'autre part, elle permettrait,

(1) *Bulletin* de juin 1901, p. 872. *Revue de mécanique*, octobre 1902, p. 393.

(2) *Bulletins* de mars 1902, p. 440; mai 1904. *Revue de mécanique*, février et novembre 1901, p. 210 et 584; mai 1904, p. 500 et 507; Brevets anglais 23 989 et 25 621 de 1904; Surchauffeur Pielock (*id.*), p. 508.

(3) *Revue de mécanique*, octobre 1903, p. 401.

(4) *Bulletin* de mars 1902, p. 440. *Revue de mécanique*, septembre 1902, p. 262.

d'après des essais récents (Marienfeldt-Zossen) d'obtenir aux grandes vitesses surtout, avec des machines simples, des résultats aussi satisfaisants au moins qu'avec les compound non surchauffées.

Comme pour la chaudière, les dimensions des mécanismes ont été poussées à l'extrême de ce que comporte le châssis; le diamètre des cylindres de basse pression a atteint jusqu'à 900 millimètres et celui des cylindres de haute pression 590, avec des courses de 820. La charge par essieux ne dépasse guère le chiffre très élevé de 25 tonnes, et le diamètre des roues 2 mètres.

Signalons encore l'emploi de plus en plus fréquent de l'acier coulé et moulé pour une foule de pièces de mécanismes autrefois forgées; aux États-Unis, on va jusqu'à faire en cet acier les châssis en barres caractéristiques de locomotives américaines (1).

Dans le domaine du matériel roulant, il y a à signaler tout particulièrement le mouvement vers l'emploi de wagons de marchandises boggies allant jusqu'à 60 tonnes, dont je vous ai déjà entretenus (2) et aussi l'urgence de la question des attelages automatiques, dont l'emploi, universel aujourd'hui aux États-Unis, ne tardera pas à s'imposer.

En Amérique, la substitution des roues en acier laminé aux roues en fonte (3) et la fabrication des essieux à la presse (4) constituent d'importants progrès dans la construction de pièces dont dépend toute la sécurité des trains. Citons encore, pour les grands trains de marchandises, l'emploi des attelages avec amortisseurs à friction, tels que ceux de Westinghouse (5) et des freins automatiques à relais agissant rapidement sur les trains les plus longs (6).

Enfin, dans le domaine de l'étude proprement dite de la locomotive, je ne ferai que rappeler l'installation remarquable du laboratoire d'essai exposé à Saint-Louis par le Pennsylvanian Rr, et dont nous avons donné, dans notre *Bulletin*, comme elle le méritait à tous égards, la description la plus complète (7).

Je ne ferai également que vous rappeler le développement très actif aujourd'hui, et que je vous ai déjà signalé, des voitures automotrices, à vapeur, à pétrole ou à l'électricité, comme auxiliaires des trains de banlieue (8).

(1) *Bulletin* de janvier 1904, p. 100. *Railroad Gazette*, 3 mars 1905, p. 180.

(2) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1009.

(3) *Bulletin* de juin 1904, p. 470; Roues Loos.

(4) *Revue de mécanique*, mai 1903, p. 464; Essieux creux Mercader.

(5) *Revue de mécanique*, avril 1900, p. 477 et octobre 1903, p. 409.

(6) *Revue de mécanique*, octobre 1903, p. 411.

(7) *Bulletins* de septembre 1904, p. 669; et janvier 1905.

(8) *Société des ingénieurs civils de France*, novembre 1903, p. 436. Mémoire de M. Turgan, et *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*, janvier 1905, p. 42. Rapport de MM. Feromnes, Léchelle et Sartiaux.

Rien de bien important à signaler dans le domaine des **machines marines**; c'est toujours la prédominance du type à pilon et à triple expansion, dont l'évolution a été suivie attentivement dans notre *Bulletin* (1), prédominance qui semble devoir être définitive jusqu'à son remplacement, encore problématique d'ailleurs, par la turbine. La surchauffe s'y répand lentement malgré de très beaux résultats, notamment ceux donnés par le surchauffeur Mudd sur les navires de l'Inch Line, aux essais d'abord (2), puis en marche normale. Les machines, à triple expansion et à 5 cylindres, avec des chaudières à 19 kilogrammes à réchauffeur d'air Ellis et Eaves (3), ont, avec une surchauffe de 30 à 40° seulement, dépensé couramment environ 450 grammes de charbon par cheval indiqué, ce qui est un résultat des plus remarquables (4).

Nos lecteurs ont été tenus au courant de l'introduction de la turbine sur les navires marchands et sur les croiseurs (5); il est donc inutile d'insister de nouveau ici sur cette question, qui n'est pas encore définitivement tranchée. Je me contenterai de rappeler l'installation, actuellement à l'étude, de 70 000 chevaux de turbines sur les nouveaux grands paquebots de la ligne transatlantique Cunard; paquebots de 240 mètres de long et de 40 000 tonnes, devant faire 25 nœuds (6). Le *Kaiser Wilhelm II*, le plus grand des transatlantiques actuellement en service, est de 26 000 tonnes; il fait 23 nœuds 5 avec ses machines à pistons de 40 000 chevaux (7). On voit à quelles puissances fantastiques entraîne cette course à la vitesse des paquebots des grandes lignes, au point que l'on peut douter de l'utilité commerciale de pareils géants. Les semi-cargos, qui se contentent d'une vitesse d'une quinzaine de nœuds, et emportent, avec une dépense de charbon et de personnel bien moindre, beaucoup plus de marchandises, sont peut-être plus près de la véritable solution économique, et, de fait, ils commencent à se répandre sur nombre de lignes qui les dédaignaient autrefois. Quoi qu'il en soit, la mise en service de ces nouveaux Cunard sera un événement des plus intéressants et décisif en ce qui concerne l'adoption définitive des turbines pour les grands paquebots.

Quant à l'application des moteurs à gaz avec gazogènes, elle est, comme nous l'avons vu, encore partout à l'état de projet, malgré l'économie de

(1) *Bulletins* d'octobre 1899, p. 1404, et de septembre 1901, p. 390; Mémoires de MM. Bertin et Mac Kechnie.

(2) *Revue de mécanique*, février 1901, p. 200.

(3) *Bulletin* de mars 1895, p. 253.

(4) *The Engineer*, 5 janvier 1905, p. 17.

(5) *Bulletin* d'avril 1904, p. 301; *Revue de mécanique*, octobre et décembre 1904, p. 378 et 564; *Société des ingénieurs civils de France*, juin 1904; Mémoire de M. Hart.

(6) *Scientific american*, 15 septembre 1904, p. 179. On vient de lancer le paquebot Cunard « Carminia » de 21 000 tonnes à 3 hélices et turbines.

(7) *Revue de mécanique*, octobre 1903, p. 373; novembre 1904, p. 488.

combustible, de personnel et d'encombrement (1) qui en résulterait. Il ne faut pas oublier, en effet, les conditions de souplesse et de sécurité absolue dans la continuité de la marche que doivent présenter avant tout les machines marines.

L'application des moteurs à pétrole sur les petits bateaux et canaux fait, au contraire, de grands et rapides progrès; c'est un nouveau sport, dérivé directement de l'automobilisme, des plus intéressants, mais sur lequel nous ne pouvons insister ici.

Le progrès des **machines-outils** ne s'arrête jamais; il s'accélère, au contraire, de plus en plus dans la voie de la spécialisation, de la rapidité et de la précision du travail. L'événement le plus frappant de ces dernières années, dans cette branche de l'industrie mécanique, est, comme vous le savez, l'introduction des outils rapides, qui vous a été signalée dès l'origine et suivie avec autant de détail que le permet le cadre de notre *Bulletin* (2). Je n'insisterai donc pas de nouveau sur cette question; je me bornerai à vous citer un chiffre de débit qui vous donnera bien l'idée de ce que peuvent produire actuellement ces outils : celui d'un grand tour de Hulse débitant, en travail sur de l'acier-machine, environ 75 kilogrammes de copeaux par minute, de sorte qu'il faut employer deux ouvriers à l'enlèvement continu de ces copeaux (3).

Il serait également impossible de vous détailler tant soit peu les progrès réalisés dans les différents types de machines-outils. Je ne puis que vous citer, parmi beaucoup d'autres, les nouveaux tours à plaque de Hartness, avec déplacement transversal automatique de la poupée motrice, ce qui permet d'en étendre et multiplier les applications (4); l'emploi de plus en plus étendu et varié des meules pour le dressage, le finissage de précision, les alésages et même pour les dégrossissages, notamment par les meules en papier d'émeri sur plateaux (5); l'emploi de plus en plus répandu de montages auxiliaires ou « jigs » permettant, par leur addition à des machines-outils ordinaires, notamment aux perceuses et aux fraiseuses, d'accélérer considérablement le travail tout en évitant les chances d'erreurs dues aux nombreux déplacements des pièces, parce qu'ils permettent d'y effectuer des séries de travaux toujours les mêmes

(1) Un moteur Capitaine, avec gazogène, vertical à 2 cylindres de 210 x 280, vitesse 200 tours, construit pour bateaux par Thornycroft, pèse 2 700 kil., occupe 1^m,10 x 2^m,30 et fait 40 chevaux (*Scientific american*, 4 mars 1905).

(2) *Bulletins* d'octobre 1901, p. 339; février 1903, p. 293; février 1904, p. 146; *Revue de mécanique*, juillet 1904, p. 46; novembre 1903, p. 490.

(3) *American Machinist*, 14 janvier 1905, p. 1042.

(4) *Revue de mécanique*, août et septembre 1904, p. 154 et 256.

(5) *Revue de mécanique*, novembre 1902, p. 523; avril 1903, p. 372.

sans les déranger et avec des outils sûrement guidés et situés exactement (1). La même observation s'applique aux travaux de découpage et de matriçage à l'aide de poinçons et matrices composés des plus ingénieux, et qui permettent d'exécuter très rapidement des pièces extrêmement compliquées (2).

Signalons encore quelques tentatives de remplacement total ou partiel, dans les machines-outils, des renvois de mécanismes cinématiques par des commandes électriques pneumatiques ou hydropneumatiques, extrêmement souples, et qui dispensent de pièces et de combinaisons parfois très compliquées, tout en se prêtant fort bien aux réglages individuels. C'est un principe de construction dont les applications ne feront sans doute que s'étendre, principalement dans certaines grandes machines-outils multiples, telles que les gros tours revolver et les raboteuses universelles (3).

Quant à l'organisation même des ateliers, elle se caractérise actuellement par l'emploi de plus en plus universel des commandes électriques et des machines-outils indépendantes, c'est-à-dire ayant chacune leur dynamo motrice et pouvant se placer où l'on veut dans l'atelier. On a souvent discuté, et l'on discute encore la question de savoir si l'emploi de l'électricité, emploi total ou partiel, par commandes individuelles ou groupées, est ou non plus économique en force motrice, ou en dépense de combustible, d'achat d'établissement et d'amortissement, que le système ordinaire des transmissions par courroies, arbres, etc., et l'on trouve des résultats très variables suivant les installations ou les idées préconçues de l'enquêteur. En fait, cela n'a qu'une importance secondaire étant donné la petitesse du coefficient avec lequel la dépense de combustible intervient dans la plupart des ateliers de construction; elle dépasse rarement 4 p. 100 de la dépense totale; et cette importance, secondaire en elle-même, disparaît tout à fait vis-à-vis de la question capitale de la bonne utilisation des machines-outils, de la facilité d'étendre et de modifier la disposition de l'atelier instantanément, suivant les besoins de la fabrication, ainsi qu'on le fait dans les ateliers à plaque de fondation continue (4) et machines-outils mobiles. Je ne fais que vous rappeler ici cette solution qui vous a été décrite dès son origine, et n'insisterai pas davantage sur les avantages généraux des commandes électriques pour les machines-outils, me bornant à renvoyer aux numéros de notre *Bulletin* où nous en avons suivi le développement (5).

(1) G. Richard, *la Machine-outil à l'Exposition de 1900*, p. 117; et *Revue de mécanique*, janvier et juin 1900, p. 118 et 766, octobre 1904, p. 394.

(2) Voir le traité de *Découpage et Matriçage* de Woodworth, Paris, Dunod, 1904.

(3) *Revue de mécanique*, septembre 1903, p. 310.

(4) G. Richard, *les Machines-outils à l'Exposition de 1900*, p. 13; *Bulletins* de février 1902, p. 297; et mars 1903, p. 420.

(5) *Bulletins* de janvier et avril 1903, p. 134 et 583. *Revue de mécanique*, juillet 1903, p. 49.

L'emploi de l'**air comprimé** comme agent de transmission de force, principalement dans les mines et les carrières, ne cesse de se développer, malgré la concurrence active de l'électricité; il y donne, dans les conditions même les plus défavorables, pourvu que l'on prenne quelques précautions très simples pour son réchauffage, des résultats remarquablement économiques (1) et son maniement ne fait courir aucun danger.

Je signalerai comme particulièrement intéressant, dans le développement des compresseurs, les progrès réalisés récemment dans les compresseurs rapides, étagés pour les hautes pressions, et fonctionnant à sec, c'est-à-dire sans injection d'eau de refroidissement; le refroidissement se fait par le rayonnement du cylindre et par des refroidisseurs intermédiaires à surfaces et à circulation d'eau. La distribution se fait par des soupapes très légères et facilement réglables ou par des distributeurs desmodromiques (2).

Je ne ferai que vous rappeler, dans le domaine de l'air comprimé, la question des ventilateurs centrifuges à haute pression et à marche très rapide, commandés par des turbines à vapeur, tels que ceux de M. Rateau. Deux de ces ventilateurs, installés aux forges de Châtillon et Commentry, avec roues de 280 millimètres et des vitesses de 14 à 19 000 tours par minute, alimentent un haut fourneau à des pressions de 0,3 à 0,4 kilogramme; la puissance varie de 122 à 91 chevaux; l'encombrement est de 7 mètres carrés au lieu de 164 avec les machines soufflantes ordinaires (3).

Les **machines frigorifiques** ne présentent, cette année, en dehors des machines à liquéfier l'air, extraire l'oxygène, etc., qui ne sont pas du domaine de cette Revue, aucune nouveauté bien saillante. La lutte reste engagée entre les machines à ammoniaque et les machines à acide carbonique, dont les avantages et inconvénients ont été discutés dans notre *Bulletin* (4); les compresseurs à ammoniaque l'emportent encore de beaucoup, mais les machines à acide carbonique, plus actives, gagnent du terrain sur les navires frigorifiques, principalement en Angleterre, où les règlements maritimes sont presque prohibitifs des machines à ammoniaque.

Parmi les applications de ces machines frigorifiques, l'une des plus intéressantes et des plus développées à l'étranger est celle de la *conservation des produits*.

(1) *Bulletin* d'août 1904, p. 607.

(2) *Revue universelle des mines et de la métallurgie*, septembre et novembre 1904; Mémoires de MM. Koester et Deschamps. *Bulletin* de mars 1901, p. 413. *Revue de mécanique*, janvier 1903, p. 80.

(3) *Société des ingénieurs civils de France*, avril 1903, p. 360; Mémoire de M. Rey.

(4) Septembre, p. 1233.

alimentaires. Bien que d'origine française (1), cette application, si remarquable et si utile au consommateur autant qu'au producteur, n'existe pour ainsi dire pas chez nous. Sans parler de l'Amérique, où son développement est colossal, ni de l'Angleterre qui ne pourrait presque pas vivre sans elle, l'Allemagne a su depuis longtemps tirer profit de ce moyen d'éviter un gâchage absurde des produits alimentaires, des viandes notamment. Elle possède en effet près de 300 entrepôts et abattoirs frigorifiques, alors que nous n'en avons pour ainsi dire pas, car on ne peut compter que pour presque rien les installations minuscules de Paris, de Dijon, du Havre et de Chambéry. A Paris même, l'une des deux petites installations qui s'y trouvent a fermé à la suite des protestations de puissants électeurs intéressés au gâchage des viandes. Il y a là, pour notre pays, une situation déplorable et ridicule, des plus funestes pour nos agriculteurs et, en dernière analyse, pour tout le monde, et qu'il importe de signaler dans l'espoir, probablement vain, que la raison finira, peut-être, en ce point bien déterminé et très clair, par l'emporter sur ces deux éternels ennemis de tout progrès : la bêtise électorale et l'inertie administrative.

Dans le domaine des *pompes*, je ne ferai que vous rappeler le progrès des pompes centrifuges rapides à hautes pressions : Rateau, De Laval, Sulzer (2)..., qui ont été, ici même, l'objet de communications très intéressantes (3) et ce parallèlement au développement des pompes rapides aussi, mais à pistons et à soupapes commandées, telles que celles de Riedler (4) très usitées notamment dans les mines.

Les pompes à incendie automobiles commencent à se répandre, et l'on ne voit pas, en effet, l'utilité de continuer à atteler des chevaux à des véhicules qui possèdent tant de moyens de s'en passer. Parmi ces pompes automobiles, on peut citer celles de Vilquin, construites pour la Ville de Paris par la maison Weyer et Richmond, dont le moteur à vapeur commande à la fois les pompes et la locomotion ; leur débit est de 1 800 litres par minute sous une pression de 4 kilogrammes, et leur vitesse de 24 kilomètres (5). Les pompes automobiles de Merryweather, chauffées au pétrole, ce qui procure une mise en feu instantanée, sont pourvues d'une dynamo auxiliaire qui fournit de l'électricité à des lampes au bout de longs câbles flexibles (6).

(1) Tellier, *Bulletin*.

(2) *Revue de mécanique*. Février et août 1902, p. 180 et 168.

(3) *Bulletins* d'octobre 1897, p. 1396 ; juin 1903, p. 898 ; juillet 1904, p. 543.

(4) *Bulletin* de juin 1904, p. 407 et 430. Hoerbiger, Kleen, Stumpf, *Revue de mécanique*, décembre 1902, p. 620 ; mars 1901, p. 339.

(5) *Génie civil*, 6 février 1904, p. 213.

(6) *Revue de mécanique*, mai 1904, p. 514.

Je terminerai, Messieurs, cette trop longue bien que très hâtive revue, en attirant votre attention sur le développement si rapide et si universel que prennent partout les **appareils de levage et de manutention**, développement qui a d'ailleurs été suivi dans votre *Bulletin*, aussi attentivement que possible (1).

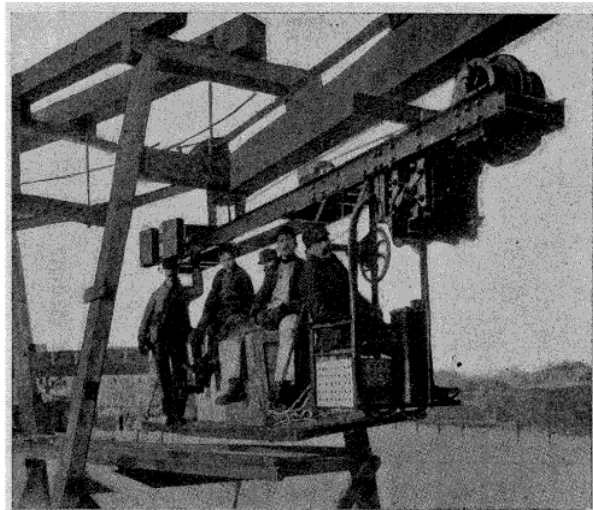


Fig. 21. — Telférage. Chariot portant 5 hommes avec treuil électrique de 15 m. de levée.

Ce qui domine dans presque toutes les applications de ces appareils, c'est l'emploi de plus en plus répandu de l'électricité qui, par sa souplesse, se prête mieux que tout autre agent à son adaptation aux appareils de levage. Avec l'électricité, il est facile de leur amener n'importe où la force motrice, qui les suit même dans tous leurs mouvements, comme dans le cas (fig. 21) du telférage, par exemple (2), actuellement en plein développement aux États-Unis. Il est facile aussi, dans les grands appareils à fonctions multiples, de multiplier les dynamos

(1) *Basculeurs* Long et Berkley, *Bulletins* de janvier 1896, et février 1897, p. 139 et 294; *Conveyeurs à courroie*, *Bulletins* de mai 1896, p. 750, et novembre 1903, p. 662; *Mémoire de Zimmer*, juillet 1901, p. 148; Allège Clark, *Grandes grues et bîques*; Ports de Brême, *Bulletins* de mai 1896, p. 756, décembre 1899, p. 1812; Dantzig et Riga, février 1903; Rotterdam, juillet 1901, p. 158; Chantiers de Fore River, octobre 1903, p. 518; Forges de Lakawanna, août 1903, p. 249; Illinois Steel Works, septembre 1903, p. 132; *Manutentionneurs* Hunt, août, janvier 1899, p. 140; Hover et Mason, septembre 1902, p. 132; Dodge, décembre 1896, p. 1680; *Hauts fourneaux*, novembre 1897, p. 1520; avril 1901, p. 569; septembre 1902, p. 432; *Ravitailleur* Miller, décembre 1899, p. 1838.

(2) *Bulletin* d'octobre 1904, p. 903.

de manière à supprimer les transmissions encombrantes et compliquées, nécessaires pour relier les différents organes de l'appareil à la commande par un

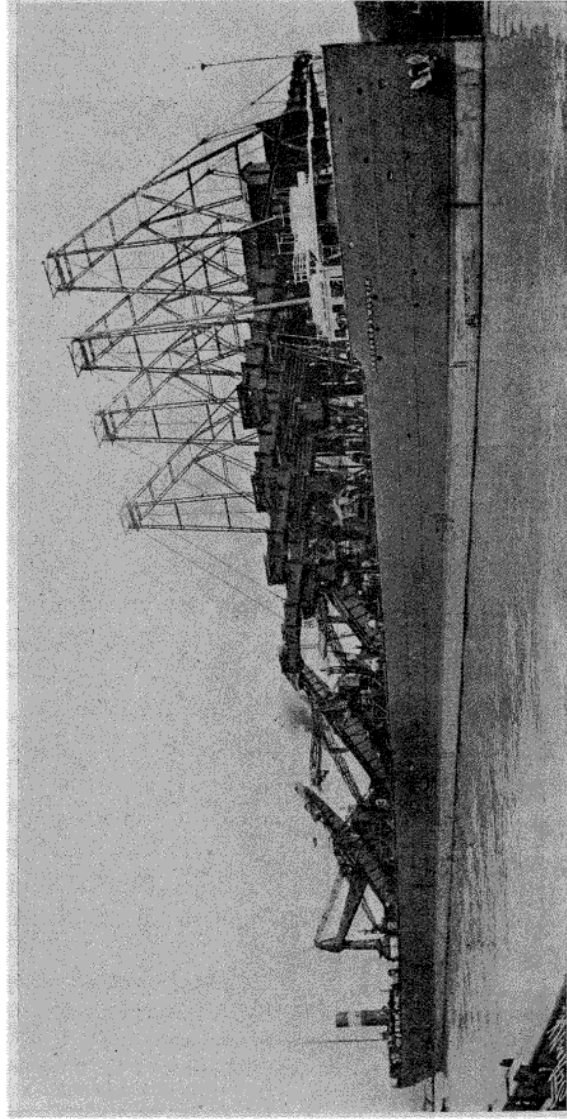


Fig. 22. — Déchargement d'un bateau de minerai de fer simultanément par quatre appareils *Brown* et quatre appareils *Hudell*.

moteur central. Tout cela est remplacé par quelques touches de contacts, bien à la main du mécanicien, qui conduit ainsi toutes les manœuvres sans aucun

effort et avec la plus grande précision; et l'on comprend, qu'au regard de pareils avantages, la question de savoir si, dans tel ou tel cas, le prix de revient, en combustible dépensé par tonne manipulée, a été ou non supérieur avec l'électricité qu'avec l'eau sous pression ne présente qu'un intérêt secondaire,

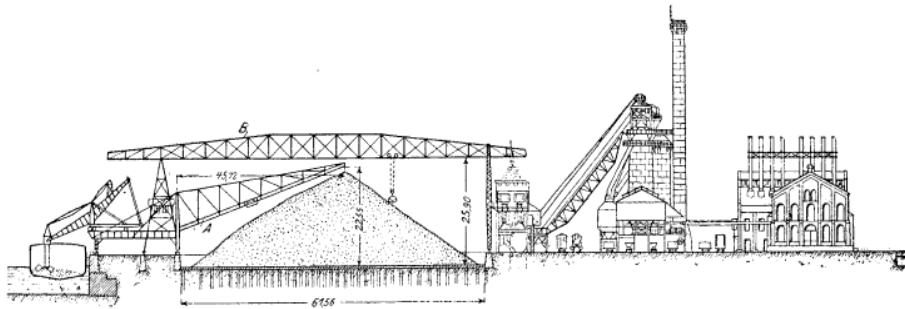


Fig. 23. — Schéma d'un appareil *Hulett* (A) (fig. 24) avec pont roulant B desservant un haut fourneau. Forges de Lakawanna.

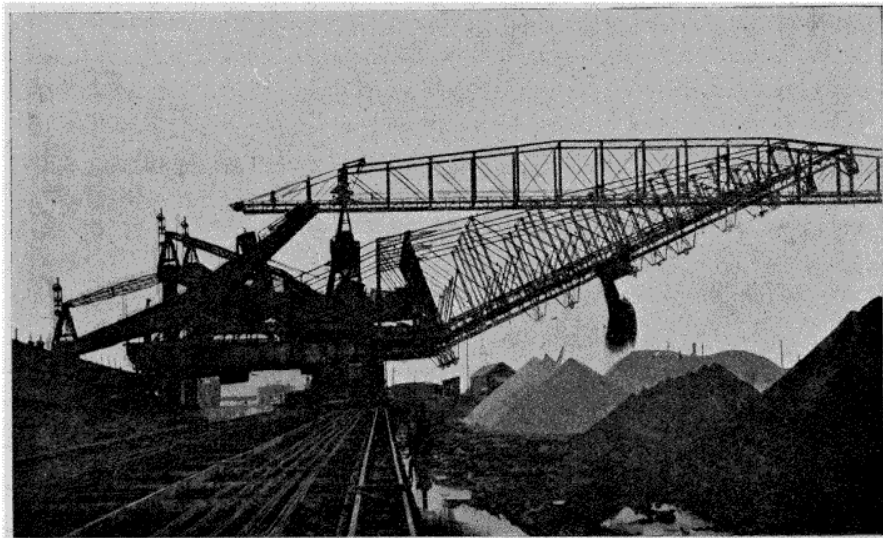


Fig. 24. — Déchargeur *Hulett* de la *Lakawanna Steel Co.* Buffalo, construit par la *Wellmann Seaver Morgan Co.*

incapable d'arrêter les progrès déjà si remarquables de cette application de l'électricité (1).

1) *Revue de mécanique*, juillet 1904, p. 68.

Sur certains quais des ports américains, on est arrivé à accomplir, par des appareils de manutention bien adaptés à leur service, de véritables prodiges; c'est ainsi qu'au port de Connaut (fig. 22), une installation de 8 manutentionneurs, dont 4 du type Brown (1) et quatre du type Hulett (2) (fig. 23 et 24) à grappins de 10 tonnes, peut décharger, en quatre heures et demie, 10 000 tonnes de minerai de fer d'un bateau spécialement disposé de manière à pouvoir être attaqué simultanément par ces 8 appareils.

Je ne ferai encore que vous rappeler le développement si considérable, dans les ports étrangers surtout, d'une variété de ces installations, des plus intéressantes, celle des élévateurs à grains (3). Pour n'en citer qu'un exemple, voisin de nous, l'élévateur de Gênes aura, lorsqu'il sera terminé, une capacité de 44 000 tonnes; il pourra charger et décharger, par heure, 450 tonnes de grain, et débarquer, en travail continu, jusqu'à 10 000 tonnes à l'heure (25). Il semble qu'aucune corporation de portefaix ne puisse songer à lutter contre de pareilles puissances, et qu'il est bien temps de le reconnaître.

Il ne me reste plus qu'à vous prédire, pour l'année prochaine, presque à coup sûr, un nouveau progrès qui, pour ne se présenter avec aucune manifestation bruyante, n'en sera pas moins des plus importants; il s'agit de *l'unification complète des filetages* au pas international — ou de la Société d'Encouragement, — unification qui s'est arrêtée, comme vous le savez, aux vis de 6 millimètres de diamètre, et que l'on s'occupe actuellement d'étendre jusqu'aux vis horlogères. Ce sera un nouveau service rendu par notre Société à la mécanique, et vous pouvez être assurés que ce ne sera pas le dernier.

(1) *Bulletins* de novembre 1897, et juillet 1898, p. 1523 et 897. *Scientific American*, 12 novembre 1904.

(2) *Bulletin* de novembre 1903, p. 697. *Revue de mécanique*, juin 1902, p. 623.

(3) *Revue de mécanique*, janvier 1905.

ARTS MÉCANIQUES

EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE AUX ABORDS DE LA GARE SAINT-LAZARE
A PARIS, par **M. Ch. Frémont**.

Le 4 juillet 1904, une chaudière de locomotive a fait explosion, aux abords de la gare Saint-Lazare, près du pont de l'Europe et du hall des messageries.

Il est du plus haut intérêt, au point de vue technique, de rechercher la cause de cette explosion.

Emplacement de l'avarie initiale. — Pour découvrir la cause d'une explosion de chaudière il faut, en général, déterminer la partie qui a cédé la première. Or pour cette locomotive explosée plusieurs hypothèses ont été émises :

Des ingénieurs très compétents ont supposé que c'était d'abord le *ciel du foyer* qui s'était affaissé.

L'expert du tribunal, M. Périssé, a admis que la rupture initiale s'était effectuée *à la partie inférieure du corps cylindrique, sur la virole arrière* dans le voisinage du foyer.

Mon opinion est que la rupture initiale s'est effectuée *au milieu de la hanche et du flanc gauche de la boîte à feu*.

Pour bien préciser cet emplacement de l'avarie initiale, j'ai photographié (fig. 1) une autre chaudière de locomotive absolument semblable à celle qui a été explosée et cela après avoir tracé à la craie le pourtour du morceau que j'indique comme s'étant détaché le premier. Sur cette photographie, la partie inférieure du *panneau* (j'appelle ainsi ce morceau qui s'est détaché le premier pour le distinguer par la suite, parmi tous les autres débris) est cachée par le longeronnet.

Les fig. 2 et 3 sont les photographies de ce panneau d'abord vu de l'intérieur de la chaudière et ensuite vu de l'extérieur.

La plus grande longueur de ce panneau est de 1 mètre environ et sa largeur de 0^m,60 environ; son poids est de 64 kilogrammes.

Il a été projeté *à gauche* de la locomotive et a pénétré par le toit, dans la maison sise rue de Rome, n° 50.

Or les parties voisines de ce panneau, c'est-à-dire le flanc gauche et la plaque

avant de la boîte à feu, ont été projetées à *droite* de la locomotive, c'est-à-dire *du côté opposé*.

La figure 4 montre le schéma des différentes directions suivies par les principaux morceaux de la boîte à feu.

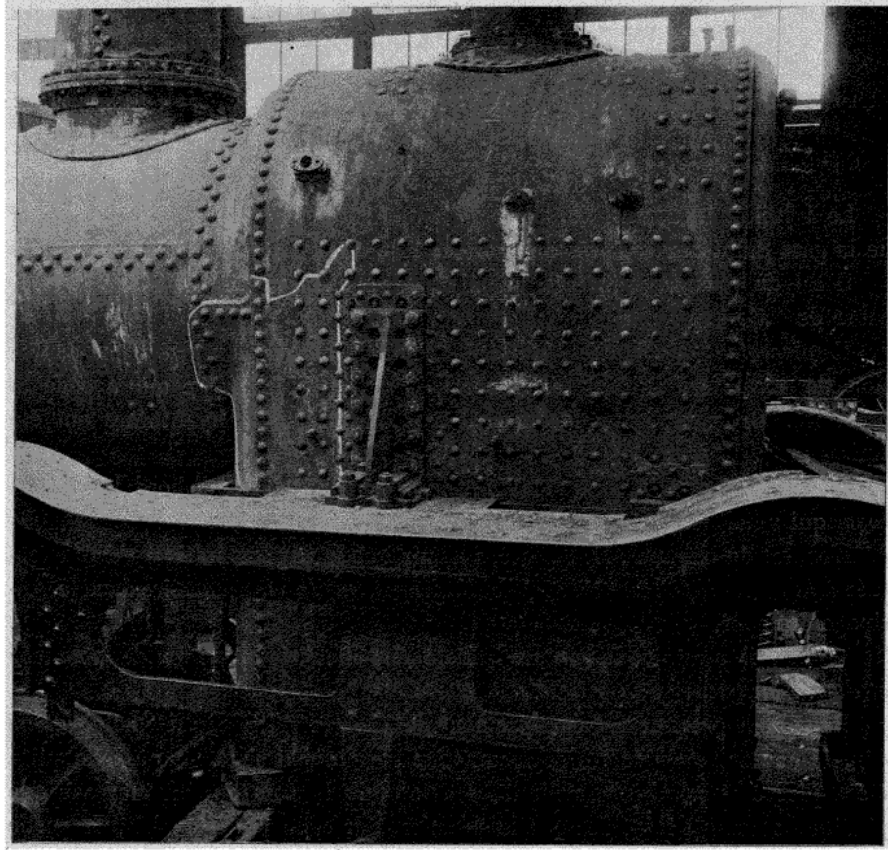


Fig. 1. — Photographie montrant sur une chaudière de locomotive semblable à celle qui a fait explosion, l'emplacement de l'avarie initiale, au milieu de la hanche et du flanc gauche de la boîte à feu.

Tout l'ensemble de la boîte à feu ayant été projeté à *droite*, quand, *seul*, le panneau a été projeté à *gauche*, on est en droit de conclure que ce panneau s'est détaché avant la rupture des parties voisines, sinon il aurait accompagné la boîte à feu dans sa projection à *droite*, aucune force nouvelle ne pouvant se produire dans le trajet pour modifier notablement la trajectoire résultant de l'explosion.

Il est en outre certain que ce panneau s'est détaché alors que la chaudière était en pleine pression; en effet il s'est formé une grande poche de 1 mètre de

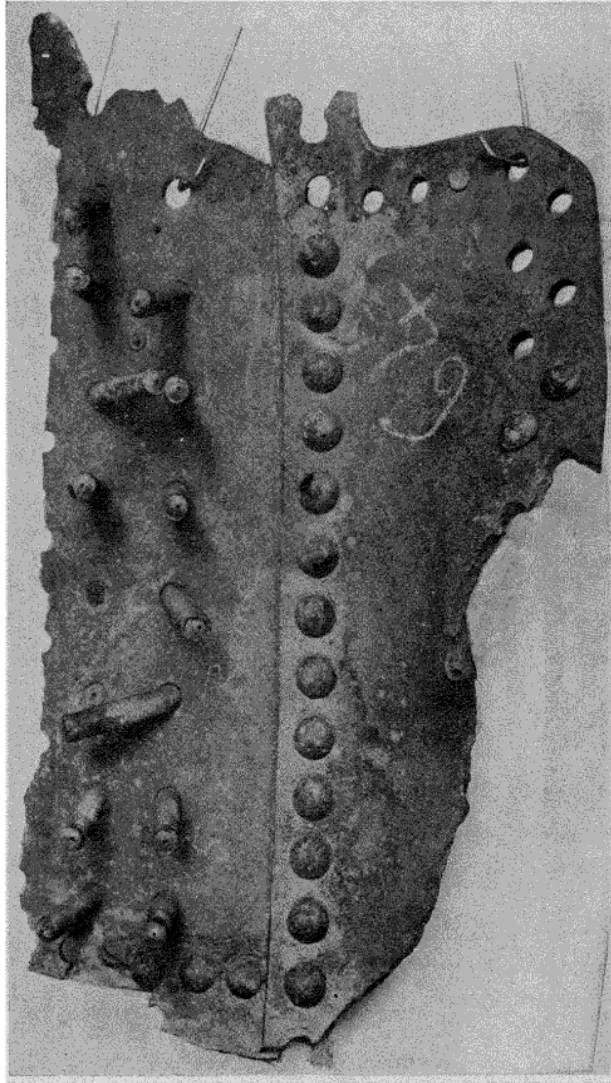


Fig. 2. — Photographie du panneau vu de l'intérieur de la chaudière.

longueur et d'environ 25 centimètres de profondeur, sur la partie correspondante du foyer en cuivre, parce que, aussitôt l'arrachement des entretoises pro-

duit par l'écartement du panneau, le foyer s'est fortement affaissé sous la pression de la vapeur.

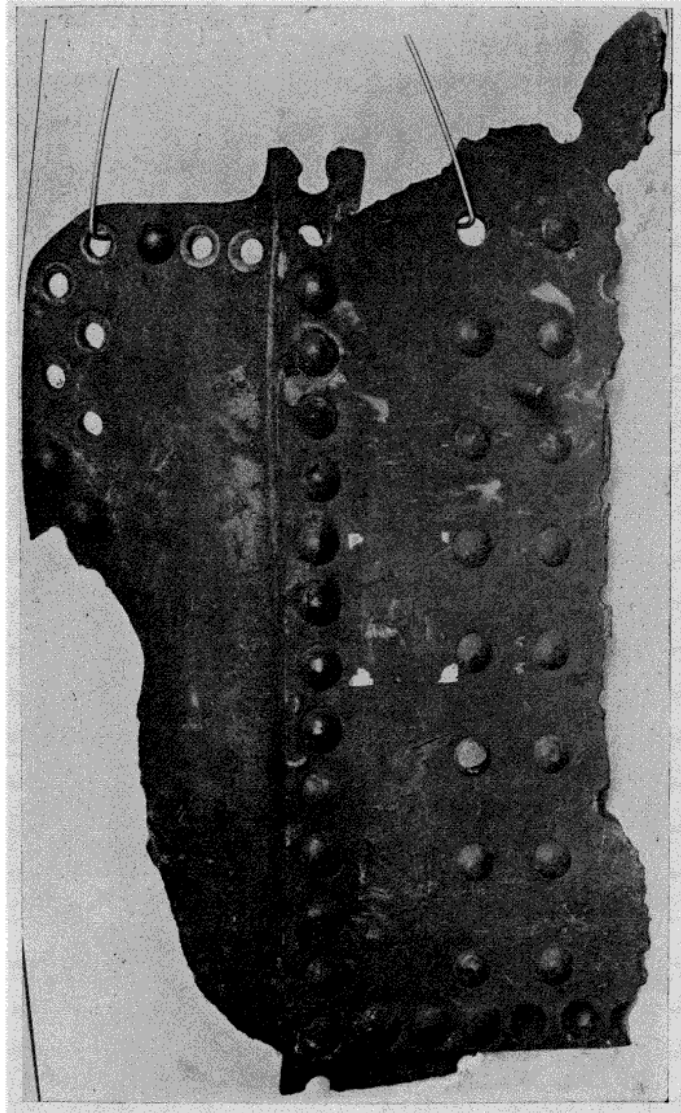


Fig. 3. — Photographie du panneau vu de l'extérieur de la chaudière.

La figure 5 est la photographie d'une vue latérale du flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été momentanément remis à sa place pri-

mitive, on constate en T l'affaissement en forme de poche de toute la partie du foyer en cuivre en regard du panneau détaché.

Or si la rupture initiale s'était faite ailleurs qu'au panneau, celui-ci ne se serait rompu que par le fait de la dislocation générale des tôles, comme il est arrivé pour les autres parties de la chaudière, ainsi que nous le verrons plus

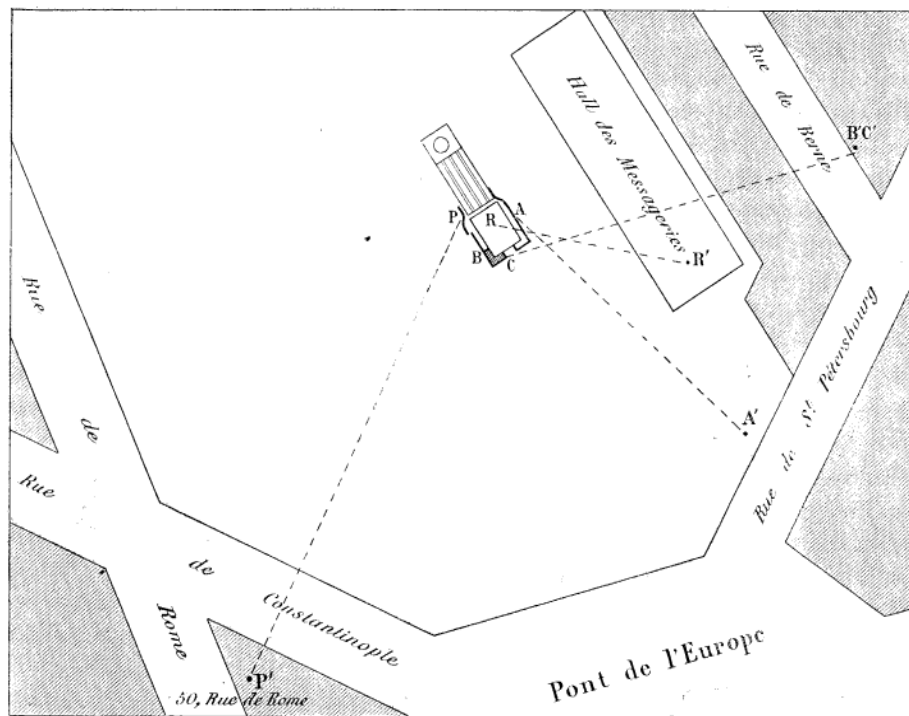


Fig. 4. — Schéma montrant les différentes directions suivies par les principaux morceaux de la boîte à feu.

loin; mais alors la poche d'affaissement ne se serait pas produite parce qu'il n'y aurait plus eu une pression suffisante et cette rupture par dislocation aurait déformé le panneau, or il a été retrouvé dans le grenier du 50 de la rue de Rome, sans avoir subi la moindre déformation.

Cette détermination de l'emplacement de l'ouverture initiale sur le côté gauche de la locomotive, explique que les dégâts, dus au brusque déplacement de l'air provoqué par l'explosion, se sont localisés sur le côté gauche de la locomotive, c'est-à-dire du côté de la rue de Rome.

Processus de l'explosion. — La maison de la rue de Rome n° 50 se trouvant

en arrière de la locomotive et le panneau ayant pénétré par le toit, on en doit conclure que la déchirure initiale s'est effectuée à gauche et en bas du panneau, c'est-à-dire dans la partie emboutie de la hanche.

La figure 6 représente une vue schématique et en perspective de la chau-

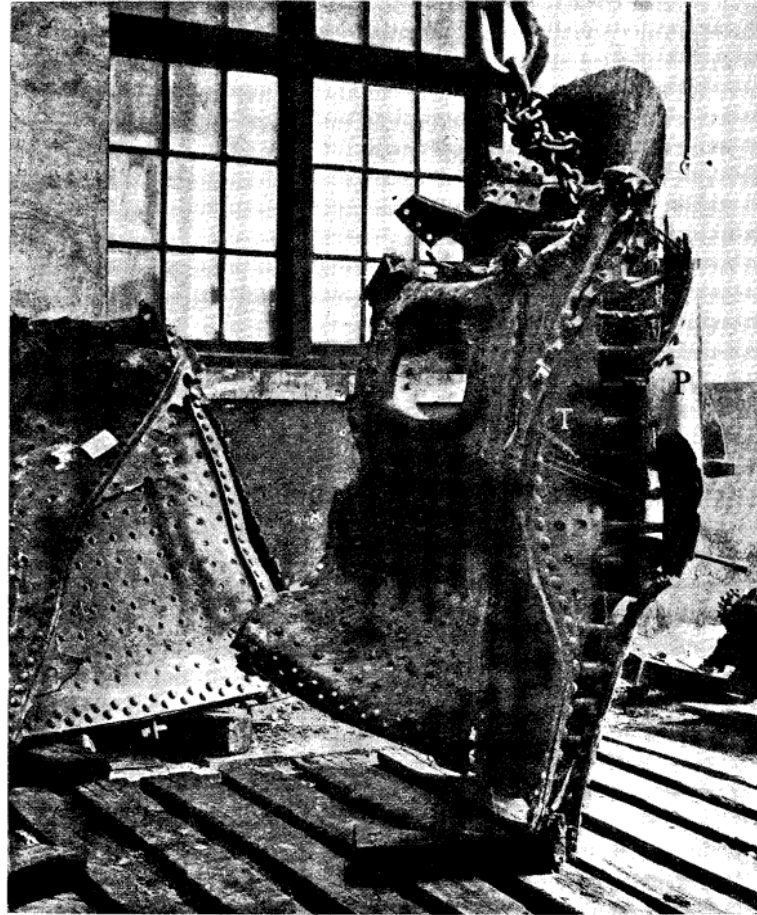


Fig. 5. — Vue latérale du flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été remis à sa place.

dière, donnant le tracé des ruptures des tôles. La fissure initiale, cause de la rupture, se trouvait dans la région *a* du panneau *a b c d e f*, la déchirure initiale s'est faite à gauche et en bas du panneau, c'est-à-dire suivant le bord *a b c d*.

Dès que la rupture de la hanche a atteint le point *b*, la virole arrière s'est trouvée brusquement affaiblie localement dans cette partie, c'est ce qui a occasionné la déchirure de la partie faible sous la pince de la hanche (fig. 7).

L'ouverture de la chaudière par la partie inférieure du panneau a donné lieu à une sortie brusque de vapeur qui a occasionné un violent déplacement de l'air, mais la pression intérieure n'est pas tombée instantanément ainsi que l'explique M. Lecornu dans une note présentée, le 7 novembre 1904, à l'Académie des Sciences :

« Tout commencement de rupture d'une chaudière tend à amener le mor-

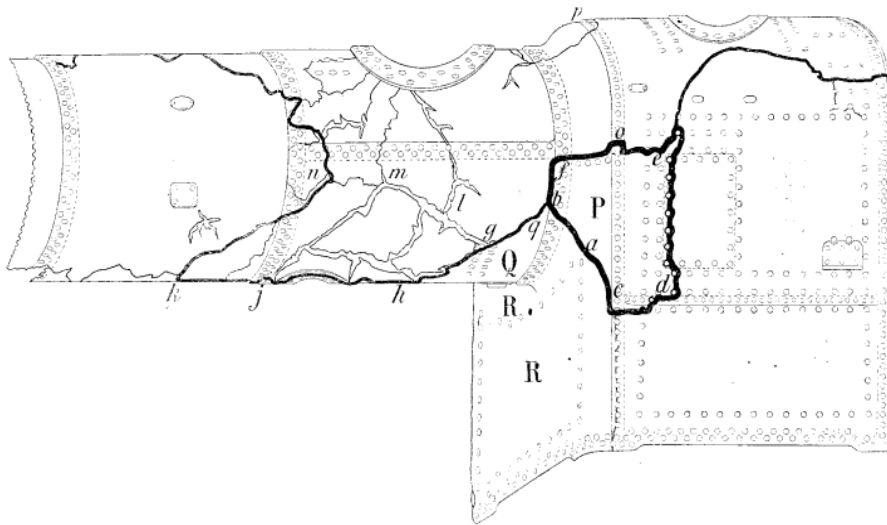


Fig. 6. — Vue schématique et en perspective donnant le tracé des ruptures des tôles de la chaudière.

cellement général : la pression ne baissant pas instantanément au contact des parois, celles-ci se comportent comme une étoffe sur laquelle on continue à tirer après l'avoir divisée en un point. »

La déchirure de la virole arrière amorcée par la rupture de la hanche et effectuée dans la partie toute voisine et la plus faible, à la pince, comme il vient d'être expliqué, s'est continuée par les parties de moindre résistance, atteignant les points de faiblesse de la chaudière, passant d'abord en *g* (fig. 6) par les trous des rivets d'attache des tirants et suivant à peu près la génératrice inférieure *h, j, k*.

La virole arrière s'est alors déroulée, frappant violemment sur le bord de la roue voisine, ce qui fit fragmenter la tôle suivant l'arc *g, l, m, n, k*.

Ce déroulement de la virole et de la hanche qui en était restée solidaire produisit transversalement l'arrachement de la ligne des rivets *o, p*, réunissant la hanche au ciel de la boîte à feu.

Or dans cet arrachement l'effort dynamique était porté successivement sur chaque rivet et la résistance individuelle de chacun de ces rivets n'était pas suffisante pour arrêter la rupture, mais lorsque le déroulement de la hanche fut

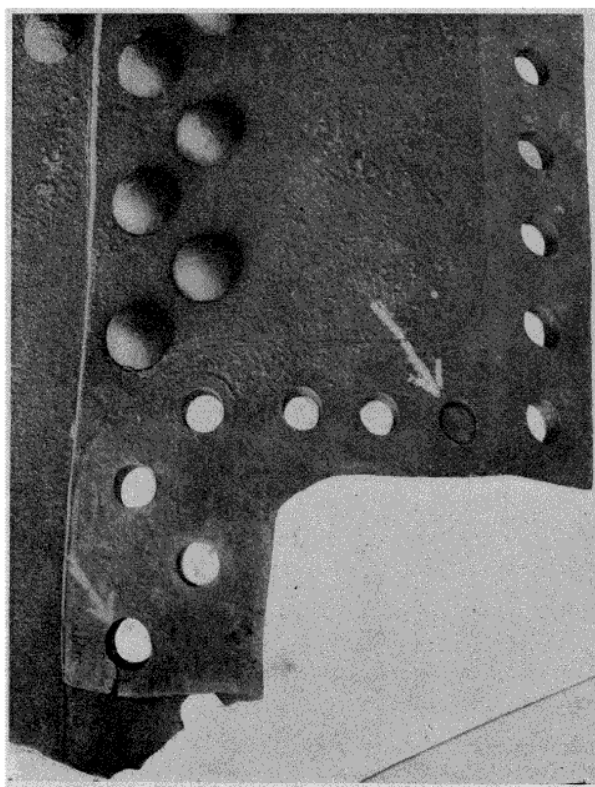


Fig. 7. — Pince de la hanche côté gauche, par où s'est effectuée la déchirure de la virole arrière.

arrivé à la pince au milieu du flanc droit, ce ne fut plus un rivet, mais une dizaine de rivets qui résistèrent à la fois (fig. 8).

La résistance opposée fut alors suffisante pour faire cesser l'arrachement de cette clouure verticale du flanc droit de la boîte à feu et la déchirure se continuant alors horizontalement par les parties les moins résistantes (fig. 9); le flanc droit fut alors arraché et projeté horizontalement en arrière de la locomotive sur le pont de l'Europe.

C'est alors seulement que le ciel du foyer s'affaissa et que le reste de la boîte à feu (c'est-à-dire le flanc gauche, la face arrière, la plaque avant reliée au corps cylindrique et par-dessus le ciel de la boîte à feu) fut projeté presque verticalement pour aller retomber à droite rue de Berne.

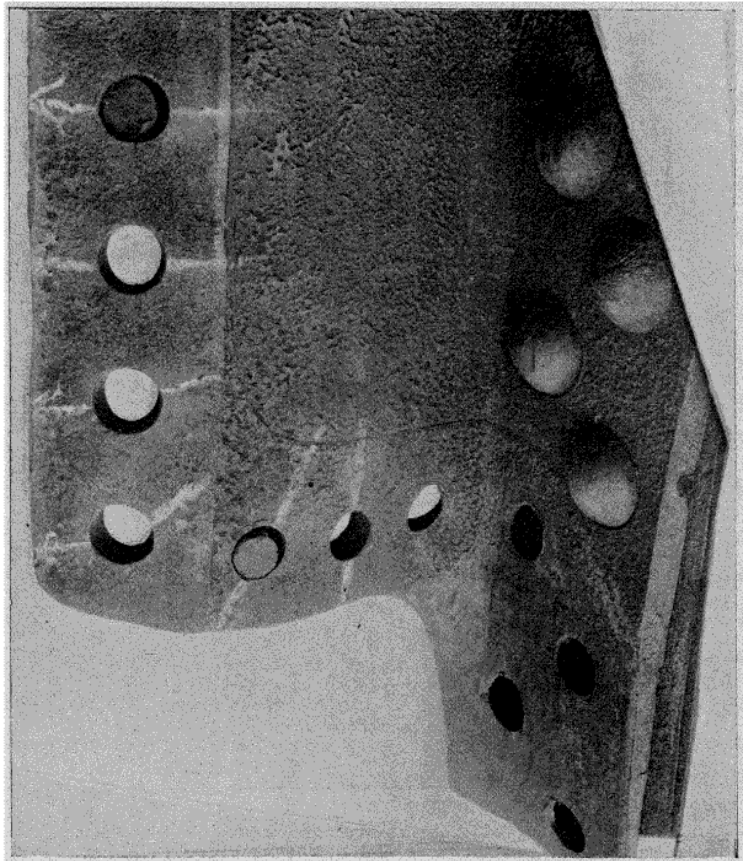


Fig. 8. — Pince de la hanche côté droit.

Or la partie inférieure arrière du corps cylindrique Q (fig. 6), rompue suivant les trous des rivets d'attache des tirants, étant restée solidaire de la plaque avant R du foyer, en forme de console triangulaire et rencontrant la plaque tubulaire et l'extrémité arrière du faisceau tubulaire, fit retourner celui-ci bout pour bout.

Mais la résistance occasionnée par ce déplacement fit détacher la plaque

avant du reste de la boîte à feu et diminuer d'autant la force vive imprimée par l'explosion à ce morceau qui, suivant toutefois la même direction que l'ensemble de la boîte à feu, c'est-à-dire celle de la rue de Berne, tomba à mi-chemin dans le hall des messageries.

Il est à remarquer que le faisceau tubulaire a, seul, été retourné bout pour bout, c'est-à-dire que le corps cylindrique qui l'enveloppait préalablement n'a pas subi ce mouvement de rotation, ce qui prouve que le corps cylindrique était

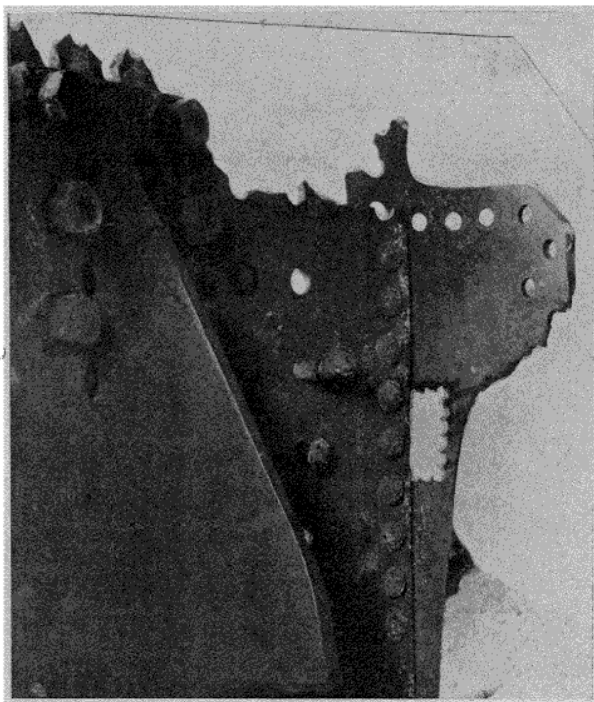


Fig. 9. — Hanche et flanc droit où s'est effectuée la déchirure horizontale.

déjà projeté quand la plaque avant s'est élevée verticalement; et par conséquent que la rupture du ciel du foyer et de la boîte à feu ne s'est pas faite au début, mais à la fin de l'explosion.

Cause de l'avarie initiale. — Comme nous l'avons vu, la trajectoire suivie par le panneau indique que celui-ci s'est d'abord détaché à gauche et en bas, et a ensuite légèrement tourné sur le côté droit vertical; l'avarie initiale est donc survenue dans la partie emboutie de la hanche, partie qui subit, comme on le sait, des efforts répétés produits par le mouvement de soufflet.

Lorsque les fissures ainsi produites ont pris assez d'importance pour diminuer la résistance du métal et la rendre juste inférieure à la pression interne,

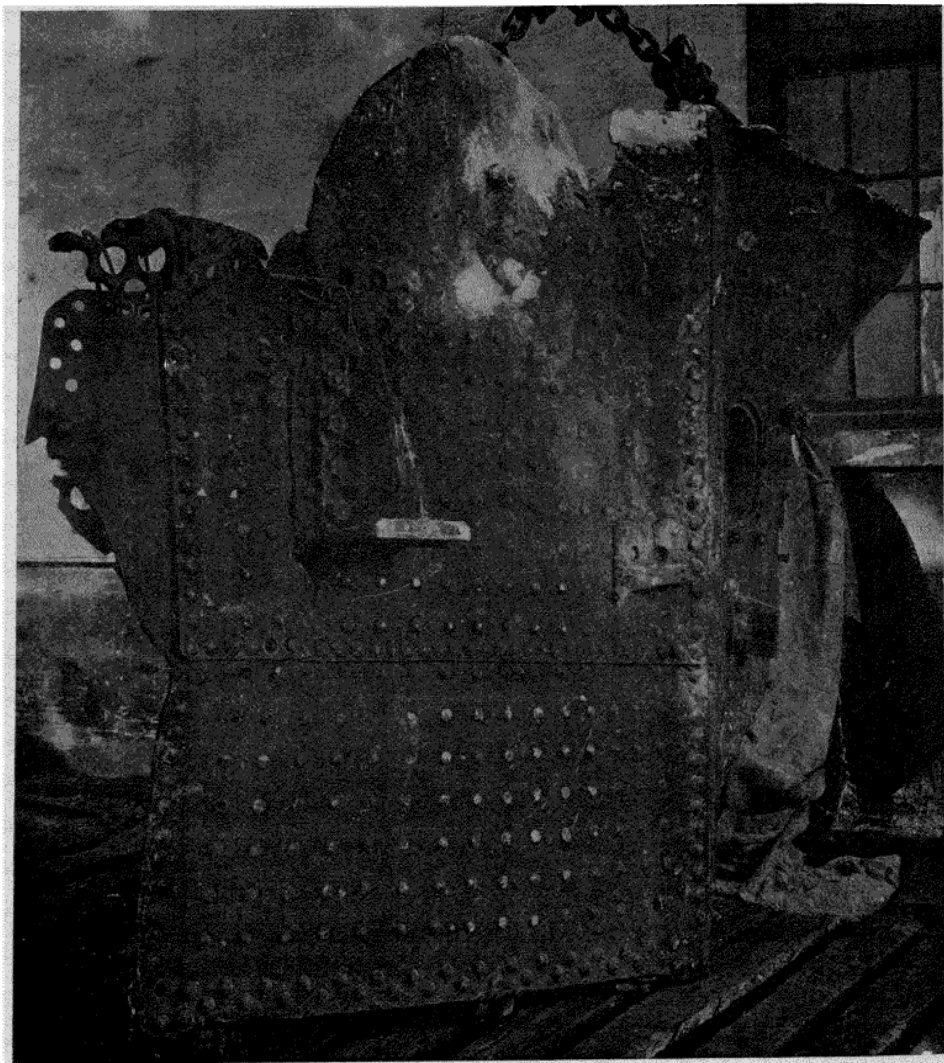


Fig. 10. — Flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été remis à sa place.

une déchirure s'est effectuée, se continuant sous l'effort dynamique, jusqu'à la rencontre du flanc gauche ; or ce flanc gauche (fig. 10) était composé, par suite

d'une réparation effectuée antérieurement, de deux tôles en fer, celle du bas ayant le sens du laminage placé horizontalement, et celle du haut ayant le sens du laminage placé verticalement, l'endroit du flanc gauche rencontré par la déchirure de la hanche se trouve près de la pince de la tôle inférieure, dans la partie d'accostage des trois tôles.

Cette partie de la tôle inférieure (fig. 44), affaiblie par la présence de trous de rivets et d'entretoises, et ne présentant qu'une faible résistance vive, par suite

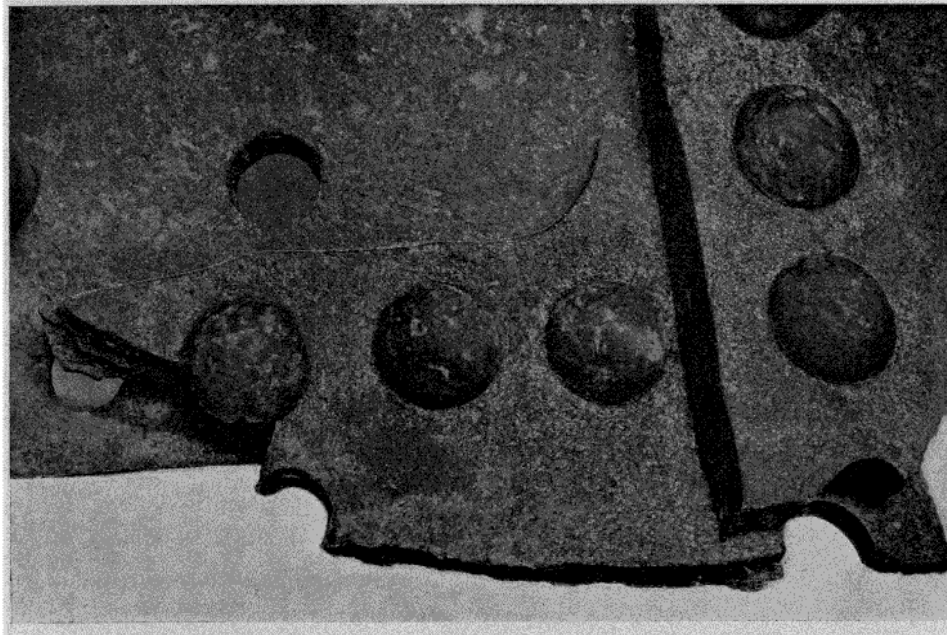


Fig. 44. — Partie gauche et inférieure du panneau, vue de l'intérieur de la chaudière.

de la fragilité du métal et de la direction des fibres, céda sous l'effort dynamique.

Le panneau, alors détaché sur une partie de son pourtour, ne fut plus retenu à ce moment que par la partie droite verticale qui ne put résister au pliage, le métal, déjà fragile, étant dans cette partie considérablement affaibli par suite de la direction du sens du laminage coïncidant avec la direction du pliage et de la présence de nombreux trous de vis rivées (fig. 42).

Essais du métal. — Je n'ai pas effectué d'essais de traction du métal, pensant utiliser les résultats des essais confiés par M. l'expert des tribunaux au laboratoire de mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers. Malheureusement une partie des éprouvettes de traction, préparées dans ce laboratoire, ont

été redressées à froid sous la presse hydraulique, et les autres éprouvettes ont été recuites ; or dans les deux cas les résultats obtenus sont sans aucune valeur pour déterminer la qualité originelle.

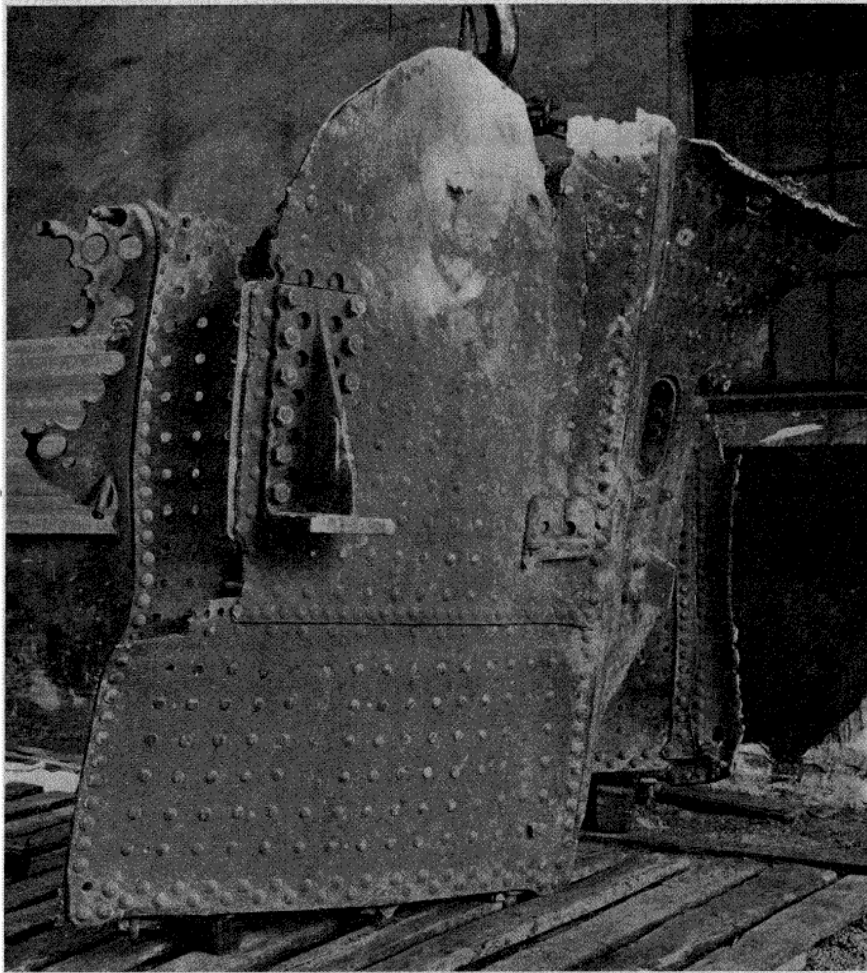


Fig. 12. — Photographie du flanc gauche de la boîte à feu, montrant l'emplacement du panneau projeté.

Par contre, aucun essai de fragilité n'ayant été effectué au laboratoire des Arts et Métiers, et la cause première de l'avarie paraissant due à la fragilité des tôles, présomption née de la fragmentation excessive de ces tôles, j'ai cru

devoir effectuer des essais de choc sur barrettes entaillées, conformément à ma méthode habituelle.

Sur le pourtour du panneau incriminé j'ai pris dans divers endroits, surtout dans la hanche et dans la partie inférieure, 24 éprouvettes qui, essayées au choc, ont donné de 2 à 4 kilogrammètres, ce qui atteste une grande fragilité.

Des éprouvettes voisines des précédentes, mais recuites à la volée au rouge cerise, ont alors donné 10 à 12 kilogrammètres; on peut donc considérer ce métal comme non fragile après recuit approprié.

En résumé, la cause première de l'explosion est due à la fragilité relative du métal, ce qui n'est pas mettre en cause la responsabilité des ingénieurs chargés de le recevoir, puisque, à l'époque, antérieure à 1900, de la construction de cette chaudière, leur attention n'avait pas encore été appelée sur les dangers de l'emploi d'un métal fragile, surtout dans les parties soumises à des efforts alternatifs.

NOTES DE CHIMIE

PAR M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Questions à l'actualité : Colloïdes. Ferments métalliques, Cotons artificiels. — Application du vanadium en impression. — Chlorophylle du géranium. — Microbes chromogènes. — Contribution à l'étude du bronze. — Coloration des vitres anciennes. — Antidote du cyanure de potassium. — Doit-on dire Béryllium ou Glucinium?

Parmi les si nombreuses questions qui ressortissent au domaine de la chimie appliquée, il en est trois, fort intéressantes, sur lesquelles je désire présenter quelques notes : les colloïdes, les ferments métalliques, les cotons artificiels.

COLLOIDES

Sur les Colloïdes, j'emprunterai des extraits textuels à la conférence que *E. Duclaux* a faite à la Société chimique de Paris.

Les colloïdes ont été découverts, ou plutôt distingués en 1866 par Graham, qui étudiait la vitesse de diffusion dans l'eau des substances dissoutes. Il remarqua que pour toutes celles qui sont cristallisées, cette vitesse reste toujours à peu près la même; si au contraire on emploie des corps non cristallisés tels que le caramel, la gélatine, la gomme, la diffusion n'a plus lieu.

L'albumine, la gélatine, l'amidon, les colles, se comportent comme la gomme, elles sont incapables de traverser un papier parchemin; elles ne dialysent pas. C'est là l'origine de ce mot de colloïde par lequel Graham désigna tous les corps possédant cette même propriété.

Parmi les solutions colloïdales, les unes ont tout à fait l'aspect d'une solution ordinaire, mais la plupart sont troubles. La lumière les traverse, car elles sont transparentes : mais une partie de cette lumière est diffusée à droite et à gauche. Un rayon lumineux intense y est visible sur tout son parcours, comme dans un air chargé de poussières ou un liquide tenant en suspension un précipité très fin. Cependant ces liquides ne contiennent ni poussières ni précipités : ils ne laissent aucun dépôt sur un filtre.

La seule manière d'accorder des propriétés en apparence aussi contradictoires consiste à admettre qu'il y a des particules en suspension, mais que ces particules sont trop petites pour interrompre le trajet rectiligne des rayons lumineux : ce qui revient à dire qu'elles sont beaucoup plus petites que la longueur d'onde de la lumière : suffisamment grandes cependant pour qu'une portion perceptible, quoique extrêmement faible, de cette lumière soit rejetée ou diffusée latéralement. Il n'y a que deux ans environ que, grâce aux travaux de MM. Siedentopf et Zsigmondy en Allemagne, de

MM. Cotton et Mouton en France, on a pu prouver leur existence en les rendant visibles.

En appliquant leur méthode aux solutions colloïdales on a vu qu'elles contiennent toutes un grand nombre de ces petites particules, alors que les solutions ordinaires n'en contiennent aucune. Nous pouvons donc conclure que les solutions colloïdales sont, à l'exclusion de toute autre, formées d'une substance excessivement divisée en suspension dans un liquide, c'est-à-dire, ici, dans l'eau.

Le procédé qui permet de voir ces particules, ne permet pas de les mesurer. On a pu cependant y arriver par le calcul : connaissant, d'une part, le nombre de ces particules, d'autre part, leur masse totale, par l'analyse pondérale. On arrive ainsi à la conclusion que pour le platine colloïdal par exemple, le diamètre moyen des particules est de l'ordre du cent-millième de millimètre, que par conséquent il en faut des milliers de milliards pour faire le volume d'un millimètre cube. Comme conséquence de cette excessive petitesse des particules, on voit que la surface de contact entre elles et le liquide ambiant est très considérable : un gramme de platine par exemple, ainsi pulvérisé, aura une surface de contact avec l'eau de dix mètres carrés, cent mille fois plus grande que s'il était réuni en une seule masse. C'est probablement au grand développement de cette surface que sont attribuables les propriétés essentielles des colloïdes.

Parmi les propriétés spéciales que possèdent les colloïdes, se présente le phénomène de la *coagulation* qui est la séparation des deux constituants, l'eau d'un côté, les particules de l'autre.

Ce phénomène de la coagulation a été découvert par Graham, qui n'a pu en trouver l'explication. La première hypothèse qui se présente est celle d'une action chimique, mais dans bien des cas cette hypothèse est invraisemblable car la coagulation peut être produite avec un sel absolument quelconque. De plus, il n'y a aucune espèce de rapport entre la quantité de colloïde ainsi insolubilisée et la quantité de réactif nécessaire pour la rendre insoluble.

On a cherché si une explication purement physique, ou physico-chimique, donnerait un meilleur résultat. D'une façon générale, ces théories attribuent aux ions présents dans le liquide et à la charge électrique de ces ions, le pouvoir de produire la coagulation.

Nous devons d'abord rechercher la constitution et la composition chimique des matières sur lesquelles nous opérons. Tous les colloïdes, quels qu'ils soient, n'ont jamais la composition que leur nom pourrait faire supposer et qui n'est, si l'on veut, qu'une première approximation de leur composition véritable. Soit par exemple l'hydrate ferrique.

On le prépare généralement en précipitant par l'ammoniaque du perchlorure de fer, lavant le précipité à l'eau distillée, le redissolvant dans du perchlorure qu'on élimine ensuite par dialyse ; le sel cristalloïde passe dans les eaux de lavage et le colloïde reste. La solution ainsi préparée contient toujours du chlore, ce qui n'a rien d'étonnant étant donné son mode de préparation ; mais ce qu'il y a d'important, c'est que ce chlore soit dissimulé : il n'est pas décelé par les réactifs ordinaires, tels que le nitrate d'argent ; il n'est donc pas contenu comme impureté cristalloïde, car alors il serait précipitable, il fait partie intégrante de la molécule du colloïde et dès lors celui-ci n'est plus un oxyde, c'est un oxychlorure très pauvre en chlore dont nous pouvons représenter la formule par $\text{Fe}^2 \text{Cl}^6, n \text{Fe}^3 \text{O}^3$, le nombre n ayant une valeur très grande

qui peut dépasser 100. Par exemple, dans l'oxychlorure $\text{Fe}^2 \text{Cl}^6$, 100 $\text{Fe}^2 \text{O}^3$, il n'y aura qu'un centième des atomes de fer présents qui entrera en réaction avec le coagulant.

La composition du colloïde n'est donc pas aussi simple qu'on l'a cru pendant longtemps ; de plus, elle n'est pas constante. La valeur du nombre n n'est pas toujours la même : elle dépend des conditions de préparation ; pratiquement, comme aucune loi connue ne règle les variations de n , il est presque impossible d'obtenir deux échantillons identiques d'un même colloïde, ce qui complique beaucoup leur étude. Elle se trouve encore plus embrouillée par la propriété qu'ils ont d'absorber une partie des substances étrangères dissoutes dans le liquide où ils se trouvent.

Ce pouvoir d'absorption, si on veut l'appeler ainsi, s'exerce sur les plus faibles traces de matières dissoutes ; par exemple, l'hydrate ferrique absorbe l'acide arsénique jusqu'à n'en laisser dans le liquide qu'une proportion inférieure à un milliardième. Nous pouvons dire en toute rigueur que la composition chimique d'un colloïde dépend de la nature et de la concentration, si faible soit-elle, de toutes les substances en présence desquelles il se trouve.

En analyse, on évite les précipités colloïdaux, dont la composition varie selon les conditions de l'expérience. Et cependant ils auraient à ce point de vue une propriété précieuse, ils sont d'une insolubilité complète, et il ne reste, après qu'ils se sont déposés, aucune trace de leurs éléments dans le liquide où ils se sont formés : c'est-à-dire que les moyens analytiques les plus délicats ne permettent pas de déceler cette trace. Il est évident qu'on n'a ainsi qu'une limite supérieure de leur solubilité, correspondant à la sensibilité des réactions ; et cependant cette limite est beaucoup plus éloignée que celle qui correspond aux corps cristallisés même les plus insolubles. Par exemple, le plus insoluble des cristalloïdes est l'iodure d'argent : 1 litre d'eau dissout seulement 0,002 milligramme du second. Il est à la limite et ses solutions ou suspensions étendues ont l'apparence des solutions colloïdales, sans en avoir la stabilité.

Pour les colloïdes, nous trouvons des nombres beaucoup plus faibles, ou des limites supérieures du même ordre ; pour le sulfure d'argent par exemple on a trouvé le chiffre de 0,000 006 milligramme, c'est-à-dire que pour en dissoudre 1 gramme il faudrait 100 000 mètres cubes d'eau.

D'après une loi de Berthollet, il y a double décomposition entre deux sels lorsque cette double décomposition donnera naissance à un sel insoluble. Pour rendre la règle plus générale, il faut faire intervenir le degré de dissociation des sels réagissants. Nous dirons donc que la double décomposition ne se produit que si le sel qui en résulte est plus insoluble que les corps réagissants ne sont dissociés. Dans le cas d'un précipité colloïdal, l'insolubilité étant complète ou à peu près, la condition sera toujours remplie et par suite ce précipité devra toujours se produire, dès qu'on réunira les éléments qui le composent, quelle que soit d'ailleurs la manière dont ces éléments se comporteraient en d'autres circonstances.

En présence de colloïdes, les règles ordinaires d'affinité ne s'appliquent plus : un acide très faible, l'acide manganéux MnO^2 , déplace l'acide sulfurique du sulfate de potassium parce que le manganite de potassium est colloïdal.

« L'état colloïdal, a dit Graham, est l'état dynamique ; l'état cristalloïde, l'état statique. » Faut-il entendre par là qu'il y a entre les colloïdes et les cristalloïdes la même différence qu'entre la matière vivante et la matière minérale ? C'est en tout cas, ce qui justifie comment il se fait que les colloïdes sont sortis de la chimie pure et pourquoi ils forment maintenant un des chapitres les plus étudiés de la physiologie et de la médecine.

FERMENTS MÉTALLIQUES

Sur les Ferments métalliques, A. Robin, membre de l'Académie de médecine, a présenté, au cours de l'année 1904, à l'Académie des sciences de Paris, un travail en collaboration avec G. Bardet et a exposé dans différentes revues françaises les faits extrêmement curieux qu'il a découverts. Le titre de son premier travail est : « Action des métaux à l'état colloïdal et des oxydases artificielles sur l'évolution des maladies infectieuses. » Ces faits sont si extraordinaires, dit-il, qu'ils ne manqueront pas d'incrédulités. C'est un motif de plus pour que les extraits donnés ici de ses travaux soient à peu près textuels. On savait déjà, d'après Bredig, etc., que les solutions colloïdales des métaux précieux, obtenues en faisant passer un arc électrique entre des électrodes de ces métaux, immergées dans l'eau distillée, possédaient certaines réactions des diastases organiques, et que ces réactions pouvaient être accélérées ou inhibées par les agents capables de la même influence sur les diastases.

Chez l'homme lui-même, A. Robin a observé qu'une injection sous-cutanée de quelques dix-millièmes de gramme de palladium, de platine, d'or, etc., à l'état de solution colloïdale, produit des effets considérables, de tous points similaires à ceux obtenus avec des diastases extraites des levures. Ces effets sont : une augmentation de l'urée (30 p. 100), du coefficient d'utilisation azotée de l'acide urique (le triple), une diminution dans la quantité d'oxygène consommé total, sans abaissement parallèle de l'acide carbonique, une diminution des leucocytes, le nombre des globules rouges restant le même.

Il résulte de ces faits qu'on peut assimiler les métaux, en solution extrêmement étendue, à des diastases, d'où leur nom de *ferment métallique*, proposé par A. Robin.

Les métaux dissous dans l'eau, à ces doses presque infinitésimales, sont doués d'une activité très grande, et sauf quelques petites différences, cette activité semble indépendante de la nature du métal. Les mêmes effets ont été obtenus avec des solutions colloïdales de cuivre et de manganèse obtenues par Trillat, en précipitant un sel par un alcali en présence d'un colloïde comme l'albumine, la gélatine, la gomme. Robin compare l'état d'extrême division des métaux dans ces solutions colloïdales à celui de la matière radiante dans les tubes de Crookes.

Les ferments métalliques agissent en stimulant les phénomènes hydratants et oxydo-réducteurs, corrélatifs d'un certain nombre d'actes vitaux ; il était donc à prévoir qu'ils seraient peut-être aptes à exercer des effets thérapeutiques, dans les cas où ces actes sont compromis ou insuffisants. C'est ce qui a été vérifié pour la pneumonie infectieuse.

En résumé, on sait d'une part que les ferments solubles agissent suivant les cas comme réducteurs ou comme oxydants ; ce sont des ferments en quelque sorte catalytiques ou physiques. Le Japonais Kitasato, le Français Bertrand, etc., ont montré quelle importance, insoupçonnée avant eux, a sur les effets de ces ferments la présence d'une certaine quantité de métal. D'autre part, les recherches des dernières années montrent que les métaux eux-mêmes, amenés à l'état de solution colloïdale, seraient susceptibles de jouer le rôle de véritables ferments.

Les conclusions de Robin sont : Que les métaux divisés à l'extrême peuvent exercer une action physiologique considérable et hors de proportion avec la quantité du métal employé.

Les conséquences de faits aussi extraordinaires dépasseront peut-être quelque jour les faits eux-mêmes.

COTONS ARTIFICIELS

Après les soies artificielles, après les simili-soies, nous entrons dans l'ère des cotons artificiels.

L'idée première de fabriquer des fibres artificielles est très ancienne. Réaumur l'a déjà émise. En 1855, Audemars, de Lausanne, prit un brevet pour transformer de la nitro-cellulose en fils fins qu'il nommait soie artificielle. Les premières soies artificielles mises dans le commerce dérivent, elles aussi, des nitro-celluloses ; telle la lustro-cellulose de De Chardonnet, 1888, dont le succès a été si brillant ; les soies de Du Vivier, de F. Lehner.

L'emploi de la cellulose, sous d'autres formes moins dangereuses que les nitro-celluloses, a donné naissance aux soies fabriquées avec des dissolutions de celluloses dans le chlorure de cuivre ammoniacal, tel le Glanzstoff de Brönnert, dans le chlorure de zinc concentré ; à la soie de viscose fabriquée avec le xanthate de cellulose de Cross et Bevan ; à la soie Vanduara de A. Millar, fabriquée avec de la gélatine insolubilisée par le formol. Tous ces procédés ont eu des applications pratiques.

A été également mis en pratique industrielle le procédé Pasqualis, qui retire du mûrier, sans passer par l'intermédiaire du ver à soie, une sorte de soie végétale que les Italiens ont nommée lin du mûrier.

Il faut rattacher à la fabrication de la soie artificielle les procédés qui, comme celui de C. Brodbeck, enrobent du fil de coton dans une gaine de nitrocellulose soyeuse. Ces procédés servent de transition entre l'industrie des soies artificielles et celle des simili-soies.

Les simili-soies sont des cotons auxquels on donne artificiellement l'aspect de la soie : tel le coton mercerisé.

L'industrie des soies artificielles est très prospère. La Société Chardonnet de Besançon voit ses actions de 100 francs cotées 200 francs. La Société de Tubize donne pour le dernier exercice 37 francs de dividende par action de 100 francs.

L'ensemble des fabriques de soie artificielle promet pour l'année courante une production d'environ 5 millions de kilos, devant rémunérer un capital nominal de 42 millions, que la spéculation a fait monter à près de 100 millions de francs. Ces 5 millions de kilos de soie artificielle sont à peu près l'équivalent du cinquième de la récolte mondiale de la soie. La première de ces usines est la Société bisontine de soie Chardonnet fondée en 1890 ; elle a établi en 1904 des filiales en Hongrie, en Amérique, en Italie, en Russie. La Société de Tubize, système Chardonnet, a également une filiale en Russie. La soie artificielle de Givet a une filiale à Izieux. La Société de Francfort-sur-le-Main a quatre usines en Allemagne. La Société d'Elberfeld fabrique le Glanzstoff. La Société française de la Viscose aura bientôt plusieurs filiales. Il y a encore les Sociétés d'Obourg, de Nivonne, de J.-B. Ramel en Belgique ; la soie de Beaulieu, la soie Valette à Lyon, les textiles lyonnais, la Société M. Tetley en Angleterre. Les personnes que la vie commerciale de ces Sociétés intéresse plus particulièrement trouveront, dans le journal *l'Industrie Textile*, une série d'études approfondies qui sont en cours de publication sur chacune d'elles.

Le coton artificiel, plus nouvellement venu que les soies artificielles, mérite donc quelques détails ici. Il possède les qualités principales de la fibre du coton, tout en étant meilleur marché. On l'obtient avec de la cellulose, provenant de bois de sapin. Ces bois sont séchés à la chaleur, puis dans le vide. Ils sont alors frappés à coups redoublés

dans des batteuses appropriées, de façon à s'effiloche en faisceaux de filaments. Une machine microtome coupe la pâte les fibres, en lamelles de quelques millimètres d'épaisseur. Un chauffage pendant dix heures avec de la vapeur d'eau, sous pression croissant jusqu'à deux atmosphères; un chauffage pendant trente-six heures avec une solution concentrée de bisulfite de soude, sous pression de trois atmosphères, dans un cylindre animé d'un mouvement de rotation, décreusent et blanchissent ces filaments. On finit de les blanchir en les traitant par du chlorure de chaux. Tous ces traitements, accompagnés bien entendu de lavages appropriés, ont pour but d'arriver à obtenir une cellulose très pure, qu'on transforme en pâte par un dernier traitement pendant trois heures, à 180° sous quatre atmosphères de pression, dans un mélange de chlorure de zinc, d'acide chlorhydrique, d'acide nitrique additionné d'un peu d'huile de ricin, de caséine ou de gélatine. La cellulose, ainsi obtenue, est pressée au travers d'une filière, sous une pression de dix à douze atmosphères. Les fils ainsi obtenus sont séchés, rapidement, au contact de l'air. Ils passent ensuite dans une solution à 5 p. 100, de carbonate de soude, où ils subissent une certaine torsion, au moyen d'un tambour enrouleur de forme tronconique, ensuite dans une eau ammoniacale, enfin dans de l'eau pure.

APPLICATIONS DU VANADIUM EN IMPRESSION

Les documents originaux ont seuls une valeur absolue. — Lorsque j'ai établi les principes qui doivent présider à l'établissement des Répertoires bibliographiques industriels, j'ai insisté sur la nécessité pour ces répertoires de ne relever que des documents originaux, et exceptionnellement des reproductions originales ou des traductions intégrales. Le document original, sauf exception, est le seul qui puisse servir de base. Un travail fait sur des extraits, si bons qu'ils soient, reste sujet à caution; il en est de même des traductions, à moins qu'elles ne soient revues par l'auteur. En voici un exemple frappant. Le brevet anglais Sellon et Pinkney de 1874, pour l'usage des sels de vanadium dans la production du noir d'aniline, indiquait 159 parties de sel d'aniline et une huitième partie de sel de vanadium ou d'uranium. Ce huitième est devenu dans le brevet français correspondant de 1875, par la faute du traducteur, la huitième partie de 150 et non d'une unité, soit 18 et demi au lieu de 0,125; c'est-à-dire par une seconde erreur, celle-là de calcul, une proportion cent quarante-huit fois trop forte. Cette erreur est passée dans tous les ouvrages français, même après que G. Witz l'eut signalée dans le *Bulletin* de Rouen, 1876. Je l'ai également signalée à plusieurs reprises; il semblerait que dans ces conditions l'erreur pouvait ne plus jamais se reproduire. Je la retrouve, à mon grand regret, dans un ouvrage français publié récemment sur le vanadium. Le seul moyen de restreindre le plus possible le nombre des erreurs, c'est, lorsqu'on n'a pas une connaissance adéquate d'une question et que l'on est amené à écrire sur elle, de recourir aux documents originaux et de tenir compte de ce que disent les principaux d'entre eux. Sinon, on tombe dans une série d'inexactitudes. Par ailleurs, l'ouvrage en question est intéressant en ce qui concerne l'exploitation des minerais vanadifères et l'emploi du vanadium en métallurgie qui sont les deux points principaux traités dans l'ouvrage.

CHLOROPHYLLE DU GÉRANIUM

A. B. Griffiths l'étudie (in *Chemical News*, vol. 91, p. 76). La chlorophylle, dit-il, est habituellement accompagnée d'autres pigments, surtout de xanthophylle; c'est le mélange de ces deux pigments en proportions variées qui donne la variété de leurs teintes aux feuilles. On regardait autrefois la chlorophylle comme formée de phylloxanthine et de phyllocyanine. Ed. Schunck a approfondi les réactions qu'elle présente sous l'action des acides et des alcalis. Les recherches de Gautier, Étard, etc., tendent à montrer l'existence de plusieurs chlorophylles.

La chlorophylle du géranium, extraite des feuilles au moyen de dissolvants neutres, est une substance soluble dans l'alcool. Elle a un spectre d'absorption caractéristique. Elle est très peu soluble dans l'éther, ce qui permet de l'isoler de sa solution alcoolique. A. B. Griffiths, et c'est là un point important à noter, la considère comme une substance protéïde distincte. Schunck et Marchlewski ont montré que la chlorophylle fournit du pyrrol, C^3H^4NH . On sait que l'indigo est un dérivé de l'indol, $C^8H^7(CH)^2NH$, et que celui-ci s'obtient dans la décomposition pancréatique des substances albuminoïdes, ou dans la fusion de celles-ci avec la potasse caustique. Il y a donc quelques motifs de croire que les chlorophylles sont des albuminoïdes.

MICROBES CHROMOGÈNES

Le nombre des microbes chromogènes, c'est-à-dire capables de créer une substance colorée à l'aide des constituants du milieu où ils se développent, vient de s'enrichir d'un nouveau membre. Ils sont déjà nombreux : le *Bacillus pyocyaneus* produit la pyocyanine, pigment vert découvert par Gessard et de formule $C^{14}H^{14}AzO^2$; le *Micrococcus prodigiosus* produit un pigment rouge, de formule $C^{38}H^{56}AzO^3$ dû à Griffiths; le bacille d'Alvarez détermine la fermentation indigotique et convertit l'indican en indigo bleu et indigluçine; le *Bacterium allii* cause la décomposition des oignons, en donnant naissance à un pigment vert, dû à Griffiths.

Le nouveau microbe chromogène est dû également au docteur A. B. Griffiths, c'est le *Micrococcus glutinis*, ainsi nommé parce qu'il a été retiré de la colle ordinaire. Cette dernière substance, abandonnée dans l'air humide, à l'abri de la lumière, se recouvre d'une écume blanchâtre, formée par ce microbe. Cultivé sur gélatine, le micrococcus glutinis produit un pigment orangé de formule $C^{14}H^{13}AzO^7$.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU BRONZE

On sait l'influence défavorable, qu'a l'oxygène sur les alliages de cuivre et d'étain. O. Bauer (*Zeit. für angew. Chemie*, 1905) présente une étude métallographique sur ce sujet. Rappelons d'abord les travaux de Heyns sur le système binaire Cu, Cu^2O . On sait que le mélange eutectique correspond à 3,45 p. 100 d'oxydure et fond à 1065°. Le microscope permet de reconnaître les différents constituants : le cuivre pur est en petits cristaux arrondis, le mélange eutectique est formé de cuivre et d'oxydure dans un très grand état de division; enfin les cristaux d'oxydure apparaissent en bleu clair sous un éclairage indirect et en rouge cochenillé sous un éclairage direct.

Que se produit-il, s'est demandé O. Bauer, lorsqu'on ajoute de l'étain à ce premier système, ou lorsqu'on laisse absorber l'oxygène à un alliage de Cu et Sn? Tous les spécialistes savent que le bronze devient cassant, par suite de la présence de l'oxygène. A côté de l'oxydure, l'acide stannique et le stannate de cuivre jouent ici un rôle important. Un mélange de 91,2 de Cu, 4,4 de Cu_2O et 4,4 de Sn, après avoir été fondu, puis maintenu une demi-heure à 1150° sous une couche de charbon de bois, et abandonné au refroidissement, se sépare en trois couches. La couche supérieure est formée de cuivre et d'oxydure, tandis que les deux autres ne contiennent pas d'oxydure, et possèdent les qualités du bronze. La forme des cristaux seule les différencie. Quelques cristaux bien formés étaient constitués par de l'acide stannique contenant du cuivre en quantité variable jusqu'à 4 p. 100 de cuivre.

O. Bauer admet qu'une transformation a lieu dans le sens :



Cette supposition se confirme d'ailleurs directement. Car si l'on fond de l'oxydure de cuivre avec de l'étain pur, dans une atmosphère d'acide carbonique, on trouve que la partie inférieure du creuset contient de l'oxydure de cuivre pas encore fondu, au-dessus, vient une couche de bronze riche en cuivre, puis l'alliage de cuivre et d'étain. La surface libre est formée de cristaux d'acide stannique. La réaction a lieu quantitativement. Dans le raffinage du cuivre, sa séparation d'avec l'étain métallique peut donc se faire d'une façon complète.

On voit par cet exemple tout le profit que le métallurgiste peut retirer de la métallographie. Ici, en effet, l'analyse chimique serait restée impuissante, car elle n'indiquait pas si l'étain était à l'état métallique ou à celui d'acide stannique.

COLORATION DES VITRES ANCIENNES

Sir William Crookes (*Chemical News*, XCI, p. 73) expose quelques considérations bien intéressantes sur la coloration que le verre peut revêtir à la longue, par l'action des radiations solaires ou lunaires.

Les vitres qui contiennent un peu de manganèse prennent lentement une teinte violette; l'effet se constate fréquemment sur les vitrages exposés au sud, et leur teinte améthyste s'accroît d'année en année. On sait que le verre des vitres renferme généralement du manganèse, qui a été introduit, sous forme de bioxyde, au cours de la fabrication, dans le but de neutraliser la coloration verdâtre due à la présence du fer; l'oxyde de manganèse agit, d'une part en oxydant le sel ferreux qui est verdâtre en sel ferrique qui est jaunâtre, et d'autre part en neutralisant cette coloration jaunâtre par sa teinte propre qui est pourpre.

Des vitres provenant, de la Bolivie et du Pérou, à de hautes altitudes (4 000 mètres environ), montraient une coloration violette dans toute la masse du verre, ainsi qu'on le constate par un examen dans un liquide possédant le même indice de réfraction que celui du verre. Si l'on chauffe le verre coloré, sa coloration disparaît. A première vue, on penserait que cette coloration est due à l'action de la lumière, et que ce sont les radiations solaires qui vont agir dans l'intérieur du verre sur les molécules d'oxygène et leur donner une disposition nouvelle, changeant le sel ferrique en sel ferreux et le sel manganéux en sel manganique. La hauteur au-dessus de la mer intervient néces-

sairement ; à 4 000 mètres d'altitude, on a presque la moitié de l'atmosphère sous soi, et les rayons à moindre longueur d'ondulation sont plus recevables. Rappelons par ailleurs que les radiations ultra-violettes sont des radiations réductrices.

ANTIDOTE DU CYANURE DE POTASSIUM

Le cyanure de potassium est un toxique violent. La dose capable d'entraîner la mort varie entre 0,05 et 0,18 gramme ; 25 centigrammes déterminent certainement la mort d'un adulte. Il suffit donc d'un deux cent cinquante millième en poids pour entraîner la mort.

Les empoisonnements par le cyanure de potassium peuvent être rapportés à deux origines principales. Ou bien l'empoisonnement est volontaire. Ou bien il est occasionné par une simple coupure, une simple écorchure de la main trempée dans une solution de ce terrible composé. Lorsqu'on employait le cyanure de potassium en photographie, plus d'un accident, même mortel, s'est produit du fait que le doigt de l'opérateur présentait une faible coupure. Aujourd'hui, où le cyanure de potassium reçoit un si grand emploi dans les mines d'or, cet emploi occasionne bien des accidents, et l'on ne peut que féliciter la Chemical, metallurgical and mining Society of South Africa, de Johannesburg, d'avoir fait rechercher le contrepoison le plus efficace du cyanure de potassium.

D'après les données que relate le dernier numéro du *Journal de pharmacie et de chimie*, les recherches ont porté sur l'eau oxygénée, les sels de cobalt et le sulfate de fer en présence de lessive de soude. L'eau oxygénée a donné dans tous les cas un résultat négatif : la transformation du cyanure de potassium, sous son action, en une combinaison inoffensive, qui ne soit pas de l'oxamide, étant trop lente à se produire. On n'a jamais pu constater qu'elle ait retardé l'issue mortelle chez les animaux. De même, l'eau oxygénée ne saurait être employée en injections sous-cutanées, étant donné qu'elle pénètre trop lentement dans le torrent circulatoire.

On ne peut songer à se servir de sels de cobalt, car, pour agir sûrement, il faudrait introduire dans l'organisme un trop grand excès de combinaisons toxiques par elles-mêmes, et dont on ne pourrait le débarrasser qu'au moyen de vomitifs et par des lavages de l'estomac, ce qui ne serait pas sans offrir quelques difficultés dans le cas d'un empoisonnement.

Au contraire, il faut recommander le sulfate de fer et la lessive de soude. Deux chiens, auxquels on a administré 0,04 gramme de cyanure de potassium par kilogramme de poids sont revenus à l'état normal un quart d'heure après l'introduction de ce contrepoison. Par suite, on devrait avoir, dans toutes les usines à cyanure, 3 flacons hermétiquement bouchés renfermant chacun 30 cm³ d'une solution de sulfate ferreux à 23 p. 100, 3 flacons de 30 cm³ de lessive de soude concentrée et 3 paquets de magnésie calcinée, ainsi qu'un verre et une cuillère. Le terme lessive de soude doit s'entendre, me semble-t-il, d'une lessive carbonatée.

L'emploi du sulfate ferreux n'est d'ailleurs pas nouveau. A. Gautier recommande, dans son cours de chimie, lorsque les cyanures ont été absorbés par la voie gastrique, de donner au malade successivement 3 à 4 grammes de sulfate ferreux, puis autant de bicarbonate de soude en solution. On comprend qu'il doive se former avec le cyanure du bleu de Prusse inoffensif. On recourt en même temps aux affusions d'eau froide et aux inhalations d'air chloré, celles-ci ménagées avec intelligence.

BÉRYLLIUM OU GLUCINIUM

Doit-on dire Béryllium ou Glucinium ? En France, on dit plutôt Glucinium ; et à l'étranger Béryllium ; et je ne crois pas qu'il y ait un seul chimiste capable de croire qu'il s'agit de deux corps différents. De même, en France on dit plutôt azote, et à l'étranger nitrogène, mais pas un chimiste ne s' imagine qu'il peut s'agir de deux corps différents. En ce qui regarde le Béryllium ou Glucinium, un étranger, le docteur C. L. Parsons, nous donne (*Chemical News*, 1905, p. 75) naturellement les motifs de choisir le premier de ces deux noms. L'American chemical Society a d'ailleurs prié le Comité international des poids atomiques de faire un choix pour l'imposer à l'universalité des chimistes.

La question a son importance, au point de vue de la bibliographie chimique. Il serait absolument illogique de faire deux classes distinctes, une pour le béryllium, l'autre pour le glucinium, puisqu'il ne s'agit que d'un seul et même corps, et il est utile que tout le monde chimique se mette d'accord pour choisir l'un ou l'autre. Le choix du mot béryllium s'impose, dit le Dr Parsons, pour des motifs de priorité et pour des motifs d'usage.

Vauquelin, qui a découvert le béryllium, se sert uniquement des mots « Terre du Béril » dans ses deux premiers mémoires sur le nouvel oxyde métallique ; voir *Annales de chimie*, t. XXVI. Ce furent les éditeurs des Annales, Guyton et Fourcroy, qui proposèrent le mot « glucine » ; voir note du Rédacteur, à la fin du premier mémoire de Vauquelin. Vauquelin exposa ensuite ses travaux dans le *Journal des Mines*, VIII, et il continue à se servir des mots Terre du Béril ; mais dans une courte note placée à la fin de son mémoire, il dit : « La propriété la plus caractéristique de cette terre étant de former des sels d'une saveur sucrée, nous proposons de l'appeler *glucine* de γλυκύς, doux, γλυκὺν vin doux, γλυκανώ rendre doux. Cette dénomination serait assez significative pour aider la mémoire : elle ne prendra pas dans son étymologie un sens trop strictement déterminé ; elle ne présentera pas d'idées faussement exclusives, comme celles que l'on tire du nom de la pierre, qui a fourni le premier échantillon de la nouvelle substance, du nom du premier village où elle a été rencontrée, etc., etc. Ce sont là, à ce qu'il nous semble, les vrais principes pour avancer la science et en faciliter l'étude par la nomenclature. »

Et dans son troisième article des *Annales de Chimie*, XXVI, Vauquelin adopte le nom de glucine. Mais les traducteurs allemands conservèrent la première expression : terre du béril.

Les chimistes allemands ou suédois, qui ont surtout contribué à l'étude de cet élément, ont toujours employé cette désignation. Au point de vue de l'usage, tous les périodiques, à l'exception de ceux qui paraissent en français, donnent la préférence au mot Béryllium. Les chimistes allemands, suédois, et hollandais n'en emploient pas d'autre, les Anglais commencent à l'adopter. En Amérique, cependant, le mot glucinium a encore beaucoup de partisans.

Cet appareil enregistre les vibrations horizontales et verticales de la coque d'un

L'enregistrement des vibrations verticales se fait (fig. 1) par un levier monté sur cou-

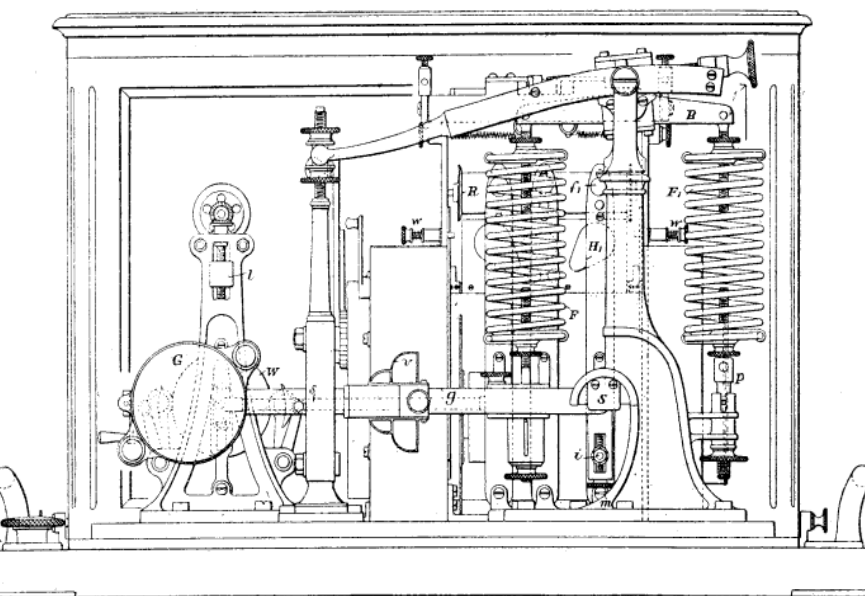


Fig. 1. — Appareil *Schlick* pour l'étude des vibrations des navires. Élévation et plan.

teaux en S, avec contrepoids G, et suspendu à un ressort F, attaché à l'un des bras d'un balancier B, dont l'autre bras est relié à un ressort F', réglable en p . Ce levier attaque, par l'axe i , réglable dans une coulisse, le levier H, pivoté en m , et porteur du style f' , qui trace ainsi horizontalement sur le papier du tambour E (fig. 4) les oscillations de la masse G, dont la période se règle en déplaçant le point de suspension b (fig. 5 et 6) de B sur une courbe CC'.

(4) *Engineering*, 2 mars, p. 277.

Le mécanisme enregistreur des vibrations horizontales est commandé par l'inertie

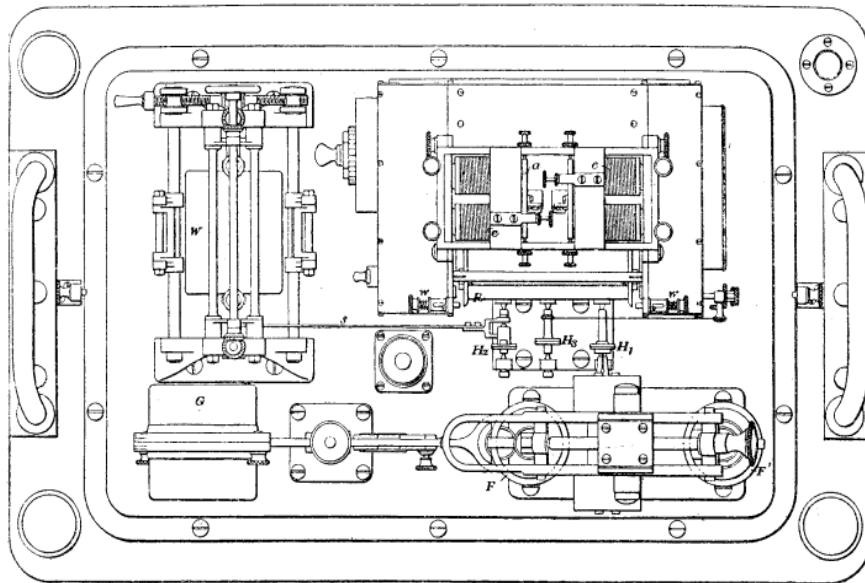


Fig. 2. — Appareil Schlick pour l'étude des vibrations des navires. Élévation et plan.

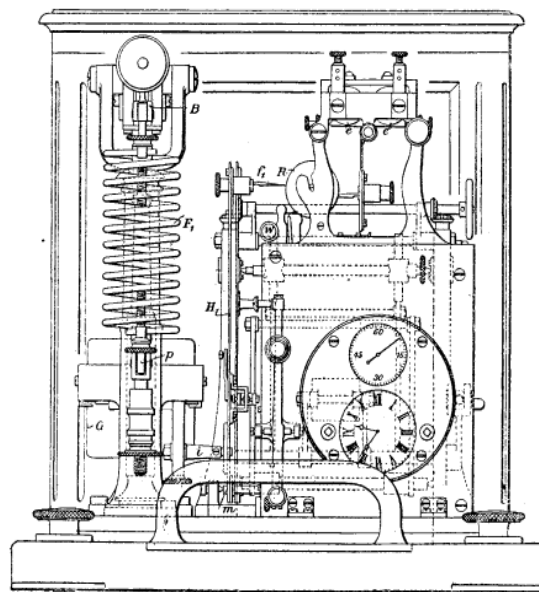


Fig. 3. — Appareil Schlick. Vue par bout.

d'une masse W (fig. 4), dont l'axe zz est monté sur le châssis hh , à pointes en ll , et qui commande par les pointes cc et le châssis aa l'arbre s , dont le bras s entraîne le levier H du second style. La période d'oscillation de W se règle par les vis de ll (fig. 6) de manière qu'elle ne se synchronise avec aucune des vibrations possibles du navire.

Le papier se déroule, d'un tambour creux E , sur le cylindre entraîneur R (fig. 4), d'où il passe entre les cylindres w et w' aux guides S . Les trois styles $f f' f''$ sont au bout

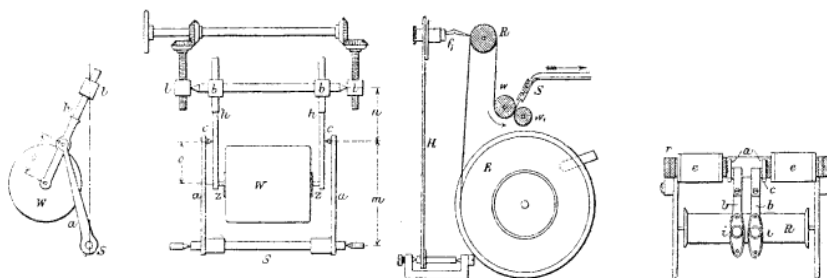


Fig. 4.

des leviers $H H' H''$; et ce dernier est commandé par son mouvement d'horlogerie, de manière qu'il marque, comme en figure 7, les secondes par groupements de 5.

Au-dessus du cylindre R se trouve un châssis avec (fig. 2) deux électro-aimants ee .

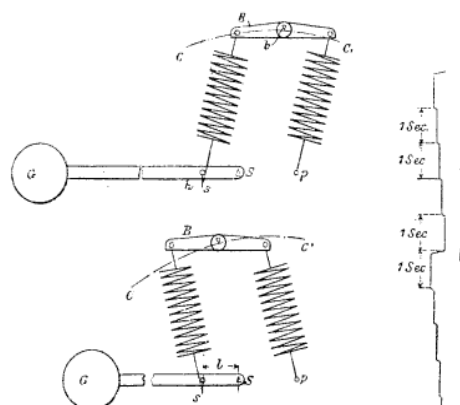


Fig. 5 à 7.

dont les armatures aa , pivotées autour d'un axe horizontal, commandent par bb des plumes ii , qui marquent un trait à chaque excitation de l'un des électros par son courant. Ces fermetures de courant se font aux passages de deux des manivelles des machines en des points particuliers de leurs courses, aux points morts par exemple.

L'emploi de cet appareil permet ainsi de se rendre compte exactement de l'influence du mouvement et du déséquilibre des machines sur les vibrations du navire et de procéder par tâtonnements à l'atténuation progressive de ces vibrations.

Cet appareil est construit par *Maihak*, de Hambourg.

PERFORATRICE ROTATIVE HYDRAULIQUE *Brandt* DES TRAVAUX DU SIMPLON (1)

Le cylindre hydraulique N de cette remarquable perforatrice tourne (fig. 1) dans le cylindre U, que l'on peut orienter, par le serrage WW, sur le tambour transversal X coincé contre les parois de la galerie attaquée. La rotation du cylindre N est commandée, par la transmission hélicoïdale RS, au moyen du moteur hydraulique à deux cylindres FF, monté en V sur U; l'eau sous pression, admise en A par le robinet B,

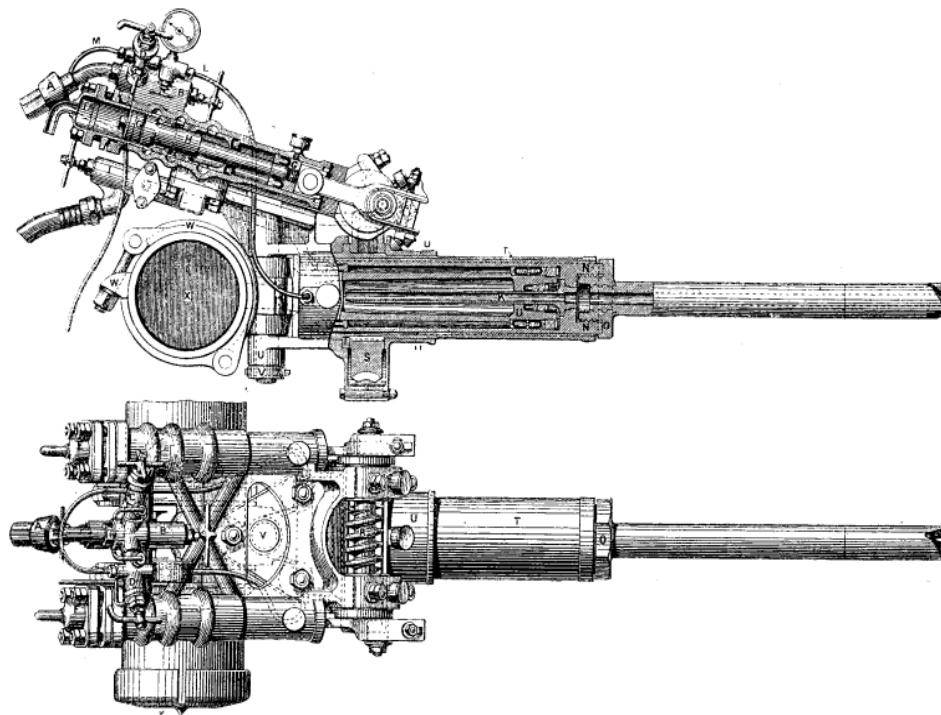


Fig. 1 et 2. — Perforatrice hydraulique *Brandt*.

est distribuée aux cylindres E et F de ce moteur par les pistons GH et les tubes croisés indiqués en plan sur la figure. Le pignon S, calé sur le cylindre T, entraîne N par les longues rainures et languettes de ce cylindre sur N, qui permettent à N de se déplacer dans T.

La pression sur N est donnée par la valve C; puis, lorsque N arrive au fond de sa course, le robinet D, à trois voies, admet l'eau sur la droite de N, de manière à retirer le foret, auquel on ajoute une rallonge. C'est aussi la valve C qui règle la vitesse du moteur EF et de la rotation du foret suivant la nature de la roche. Une partie de l'eau

(1) *The Engineer*, 24 février, p. 188.

qui s'échappe de ce moteur passe, par I, dans le tube K, qui l'amène laver et rafraîchir les tranchants du foret.

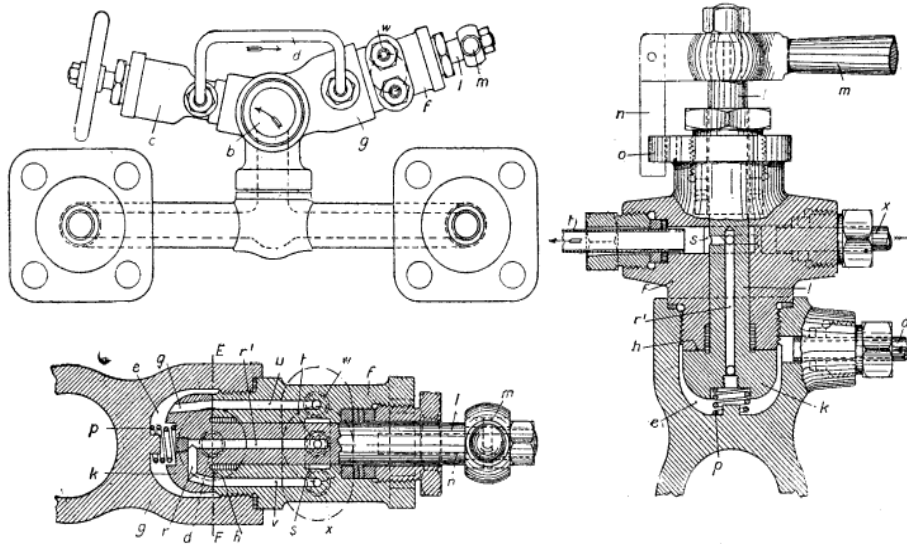


Fig. 3 à 5. — Perforatrice hydraulique Brandt.

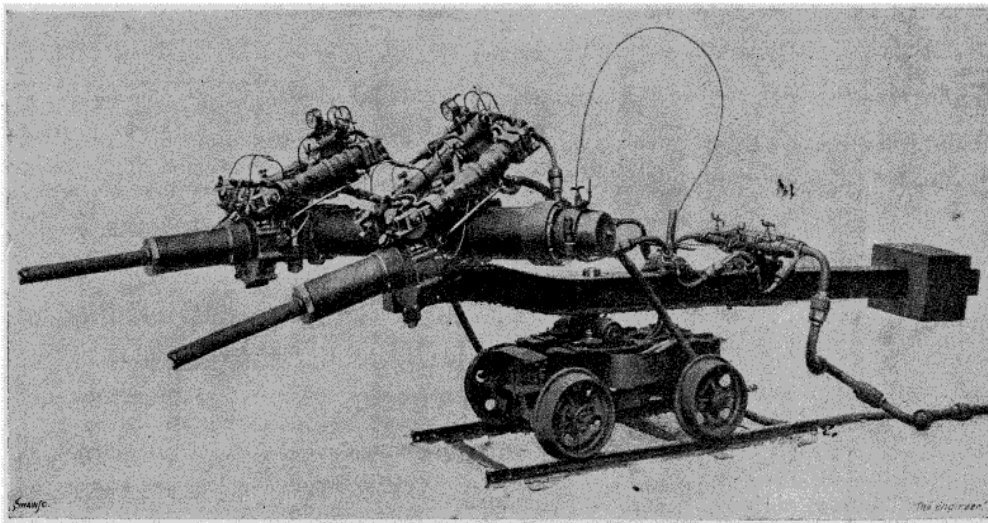


Fig. 6. — Perforatrice Brandt, montage par couples.

Dans les dernières perforatrices, le robinet à 3 voies D a été remplacé par le robinet représenté par les figures 3 à 5, plus accessible et parfaitement étanche. Dans ce robinet,

l'eau sous pression est admise, de la valve régulatrice *c*, par le tuyau *d*, en *e*, sous

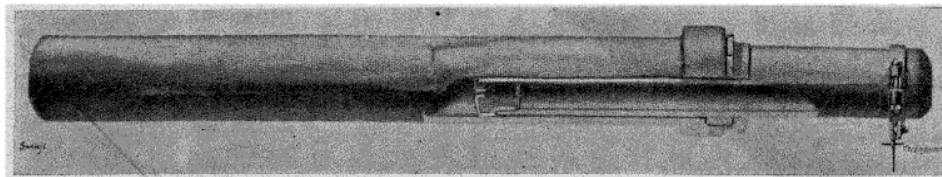


Fig. 7. — Perforatrice *Brandt*, tube support.

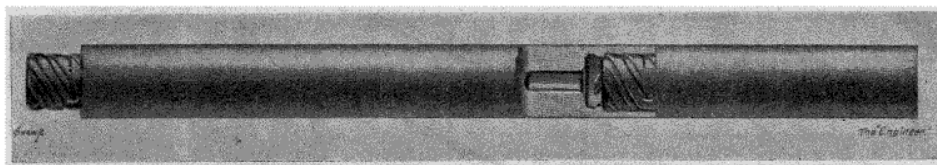


Fig. 8. — Rallonge de tige.

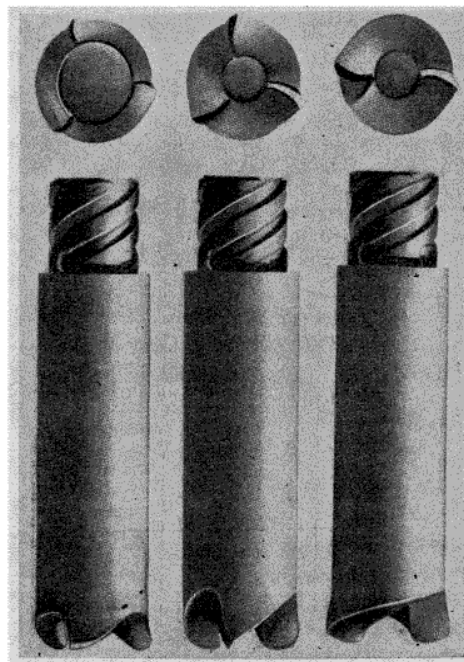


Fig. 9. — Types de mèches.

l'extrémité *k* du robinet 1, qu'elle appuie ainsi, concurremment avec le ressort *p*, sur

sa portée h , et cette eau arrive sur le piston N du foret par le canal q de k et le conduit u . Lorsqu'on amène q en face du conduit v , l'eau arrive, par v , à droite de N, de manière à retirer le foret. Lorsqu'on amène le canal r de k devant les conduits u ou v , l'eau s'échappe, de u ou de v , par $rr'st$. La manœuvre du robinet l se fait par la manette m , à secteur divisé no .

Le tube support W est (fig. 6 et 7) constitué par un cylindre d'acier poussé par de l'eau sous pression ou retiré par cette même eau admise dans l'espace annulaire entre ce tube et son piston; l'ensemble, à bout de course, a 3^m,60 de long. On le cale

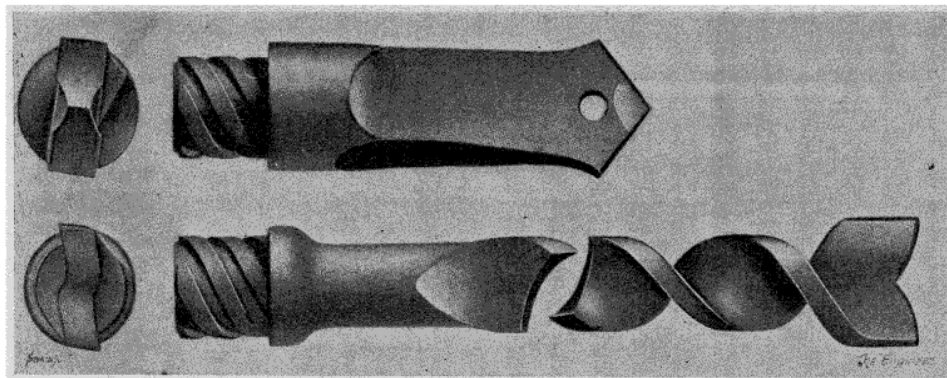


Fig. 10 et 11. — Types de mèche pour roches tendres.

sur les parois de la galerie directement ou par l'interposition de semelles en bois.

Chacune des perforatrices peut s'orienter dans toutes les directions autour de W et de V; le diamètre du foret est de 750 millimètres. Les rallonges sont (fig. 8) en tubes d'acier de 30, 50 et 80 centimètres de long, avec vis à quatre filets les fixant en un quart de tour. Les mèches des fleurets sont (fig. 9) en tubes d'acier dur. En micaschistes et calcaires, on usait environ 1 millimètre de foret par 8 millimètres de roche percée. La pression est d'environ 9 tonnes en roche friable; la pression de l'eau est souvent de 80 atmosphères. Dans les roches très tendres, on employait souvent les formes des forets représentées par les figures 10 et 11.

Ces perforatrices sont construites par la maison *Sulzer*.

RENDEMENT DES TRANSMISSIONS DE FORCE

Les moyens dont on dispose pour transmettre, emmagasiner et distribuer la force motrice sont très variées et leur choix est, chaque fois, une question d'espèce; il est néanmoins utile de posséder, à ce sujet, quelques renseignements généraux servant de points de repère en de pareilles études, et c'est à ce titre que nous donnons les quelques chiffres approximatifs suivants, empruntés à l'*Engineer* du 24 février dernier.

On a, dans l'établissement de ces chiffres, supposé la puissance initiale fournie par un moteur à vapeur, et entendu par rendement du système de transmission le rap-

port de la puissance effective de ses moteurs à celle de la machine à vapeur principale qui engendre l'agent de transmission.

Transmissions hydrauliques. — Le rendement combiné d'une machine à vapeur et de sa pompe varie de 75 à 87 p. 100; celui des turbines de dimensions modérées varie de 75 à 88 p. 100, et celui des roues Pelton de 80 à 90 p. 100, et ce rendement varie peu avec la charge dans les turbines d'impulsion et les roues bien établies. Le rendement total de la transmission variera ainsi de $0,75 \times 0,75 = 0,56$ à $0,87 \times 0,90 = 0,78$, et peut être considéré comme égal, en moyenne, à $0,80 \times 0,80 = 0,64$.

Transmissions pneumatiques. — La perte de puissance par refroidissement de l'air des conduites à 15° varie avec sa compression; elle est d'environ 20 p. 100 pour une pression de 3 kilos, 25 p. 100 pour 6 kilos et 33 p. 100 pour 15 kilos; on peut, et on doit l'éviter en grande partie en refroidissant l'air pendant sa compression. Les rendements de transmission correspondant à ces pertes sont de 80,75 et 67 p. 100. En comprimant l'air en cascade, et en le refroidissant pendant son passage d'un cylindre compresseur à l'autre, ces rendements pourraient s'élever à 92,87 et 82 p. 100 avec un compresseur à deux étages. L'injection d'eau dans les cylindres augmente un peu ce rendement, mais en occasionnant des inconvénients par la congélation de cette humidité pendant la détente dans les cylindres; la multiplication des étages accroît aussi le rendement indiqué du compresseur, mais en diminuant son rendement organique et en le compliquant. Les moteurs alimentés par la transmission ne peuvent utiliser toute la puissance de son air comprimé parce qu'il se refroidit pendant sa détente; il faudrait pouvoir restituer, pendant cette détente, la chaleur développée pendant sa compression. Le rendement de la détente de l'air comprimé, poussée jusqu'à la pression atmosphérique, est d'environ 80 p. 100, avec une pression initiale de 3 kilos, 75 p. 100 à 6 kilos et 67 p. 100 à 15 kilos, avec des températures finales de — 70, — 110 et — 130°. Le rendement combiné de la machine et du compresseur varie alors de 70 à 85 p. 100 : moyenne 80 p. 100; celui du compresseur et de son moteur de transmission varie de même, avec la même moyenne de 80 p. 100. Le rendement de la transmission totale sera donc de $0,80 \times 0,80 \times 0,70 \times 0,70 = 0,31$ à $0,92 \times 0,80 \times 0,85 \times 0,85 = 0,53$ à la pression initiale de 3 kilos, soit, en moyenne, de $0,90 \times 0,80 \times 0,80 \times 0,80$, ou de 46 p. 100, puis, en moyenne, de 41 p. 100 à la pression de 6 kilos.

Transmissions électriques. — Le rendement des machines à vapeur commandant les dynamos varie, en général, de 80 à 95 p. 100, soit de 88 p. 100 pour les machines verticales compound rapides; le rendement commercial des dynamos varie de 80 à 95 p. 100 : moyenne 95 p. 100, et de même pour celui des transformateurs; celui des dynamos réceptrices varie de 85 à 95 p. 100 : moyenne 88 p. 100; de sorte que le rendement de la transmission varie de $0,80 \times 0,85 \times 0,85 = 0,57$ à $0,95 \times 0,95 \times 0,97 = 0,87$: moyenne $0,8 \times 0,95 \times 0,88 = 0,73$ sans transformateurs, ou de 0,53 à 0,85, en moyenne 0,69 avec transformateurs.

Pour une transmission de 100 chevaux le moteur principal devra développer, en puissance indiquée : avec la transmission hydraulique de 128 à 178 chevaux : moyenne 156; avec la transmission pneumatique à 3 kilogrammes de pression, de 188 à 322 chevaux : moyenne 217 et, avec une pression de 6 kilogrammes, de 212 à 370 chevaux : moyenne 243; avec une transmission électrique sans transformateurs, de 114 à 175 chevaux : moyenne 136 et de 117 à 188 : moyenne 141 chevaux avec des transformateurs.

Les pertes sont, avec ces divers moyens de transmission, les suivantes :

<i>Transmissions hydrauliques.</i>		Moyenne p. 100.
Frottements de la machine et des pompes, des soupapes et clapets, fuites.	23 à 43	20
Frottements des turbines, fuites.	19 à 9	16
Puissance effective des moteurs.	56 à 78	64
<i>Transmission pneumatique à 3 kil.</i>		
Frottement de la machine principale et de son compresseur, fuites.	30 à 15	20
Échauffement inutile de l'air.	14 à 7	8
Refroidissement de l'air pendant la détente et perte pendant cette détente.	41 à 16	15
Frottement et fuites des moteurs.	14 à 9	11
Puissance effective des moteurs.	31 à 53	46
<i>Transmission électrique sans transformateurs.</i>		
Frottement de la machine motrice.	20 à 5	12
Frottement et pertes électriques de la dynamo.	42 à 3	5
Frottement et pertes électriques des réceptrices.	41 à 5	10
Rendement des réceptrices.	57 à 87	73

Les accumulateurs d'énergie réduisent le prix d'établissement de la puissance génératrice, qui ne doit plus satisfaire qu'à la dépense moyenne d'énergie à transmettre, et ils diminuent aussi la dépense de combustible en raison de la charge constante du moteur. Les accumulateurs, en revanche, coûtent leur prix d'établissement, d'entretien et leur rendement. L'entretien est presque nul avec les accumulateurs hydrauliques et à air comprimé, il peut être considérable avec les accumulateurs électriques. Le rendement est très élevé (98 p. 100) avec les accumulateurs hydrauliques et pneumatiques ; il est faible (de 70 p. 100 environ) avec les accumulateurs électriques, principalement en décharge rapide, dans lesquelles il tombe à 50 p. 100. En moyenne, et d'après les chiffres précédents, les rendements des différents modes de transmissions seront avec des accumulateurs, de 62 p. 100 pour l'hydraulique ; 43 p. 100 avec de l'air comprimé de 3 à 6 kilogrammes, de 51 p. 100 avec des accumulateurs électriques en décharge lente, et 36 p. 100 en décharge rapide. Pour transmettre, accumuler et distribuer ainsi une puissance effective de 100 chevaux, il faudrait, au moteur central, indiquer 161 chevaux avec l'hydraulique, 232 avec l'air comprimé et 196 ou 277 chevaux avec les accumulateurs électriques en décharge lente ou rapide. En somme, l'électricité tient la première place sans accumulateurs et la dernière avec.

La question des accumulateurs est moins importante dans un service public dont les variations sont connues et atténuées que dans une installation privée, où l'intervention de certaines machines très puissantes provoque irrégulièrement de grandes variations de puissances. Les transmissions hydrauliques sont à l'abri de tout danger d'incendie et de contact, ce qui n'a pas lieu avec l'électricité. Enfin, dans les courtes transmissions pneumatiques, on peut injecter aux cylindres des moteurs une partie de l'eau réchauffée par son emploi au refroidissement du compresseur, et réaliser ainsi des rendements très élevés.

STATION CENTRALE DE CONDENSATION DES USINES DE NEUVES-MAISONS

Le rôle que joue une *station centrale de condensation* dans les forges est considérable car le travail irrégulier des trains de laminoirs rend impossible l'adaptation d'un condenseur à chaque machine. Au contraire, si l'on adopte une condensation unique pour toutes les machines d'un même établissement, on obtient ainsi, grâce aux grandes

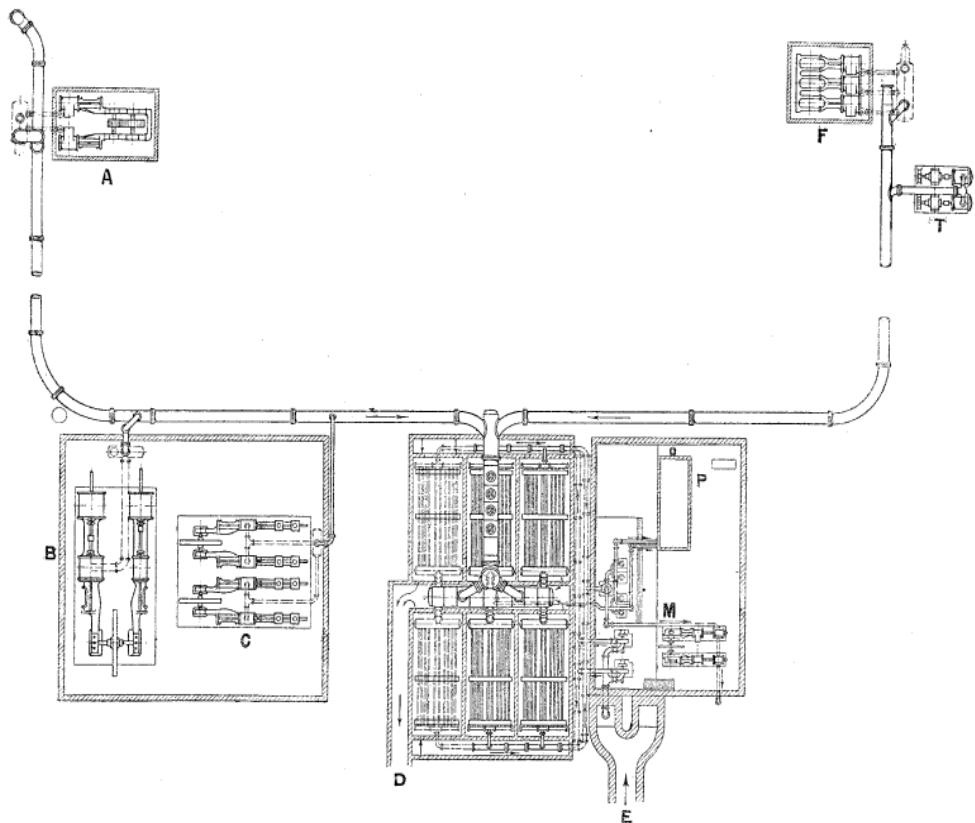


Fig. 1. — Condensation centrale de Neuves-Maisons. Ensemble de l'installation.

E et D, entrée et sortie de l'eau de circulation de la Moselle. M, pompes à air. T, turbines à vapeur. A et F, machines de laminoirs. B, machine soufflante. C, pompes avec accumulateurs. P, pompe d'alimentation.

dimensions de l'appareil, une *réserve* telle qu'on peut y relier sans danger les machines des laminoirs et réaliser ainsi une réelle économie dans la marche de ces dernières.

Dans les établissements métallurgiques, on emploie généralement les condenseurs à injection. Ces appareils nécessitent beaucoup d'eau et, à cause de cela, sont munis, dans la plupart des cas, de réfrigérants à gradins ou autres. Les condenseurs à surface, à cause des proportions considérables qu'il serait nécessaire de leur donner, ne se rencontrent presque jamais en métallurgie. A ce point de vue, il sera intéressant de

décrire l'installation de la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons. Cette installation, établie à Neuves-Maisons, a été construite par Louis Schwarz et C^{ie} de Dortmund en 1903; elle correspond à une production de vapeur de 125 000 kilog. par heure.

Ces forges se trouvent sur un bras canalisé de la Moselle. Le condenseur central est installé près de la soufflerie. Il est à environ 30 mètres du canal et relié avec lui au

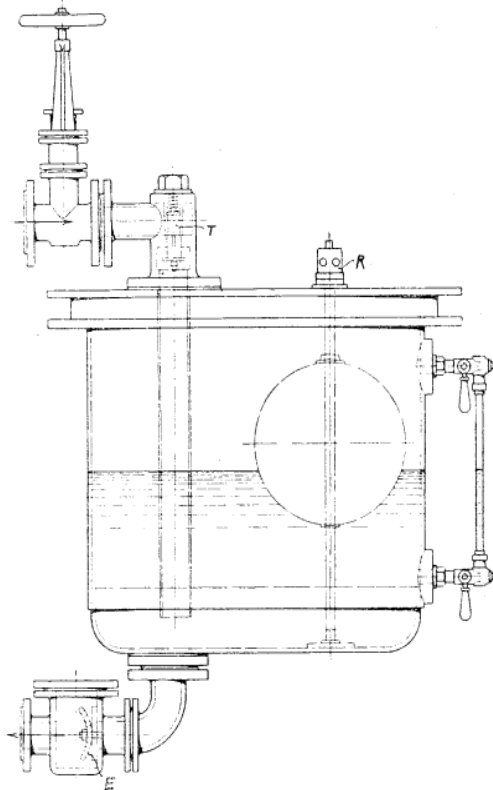


Fig. 2.

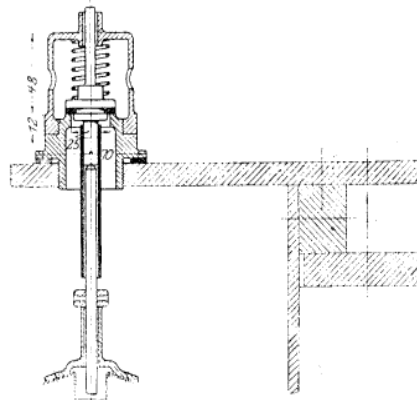


Fig. 3.

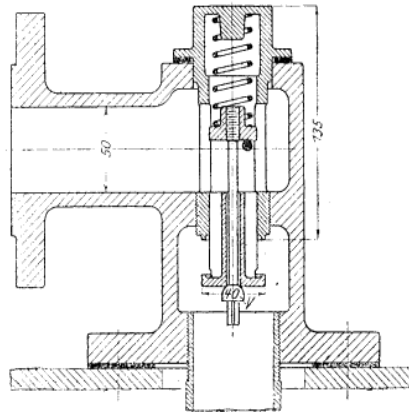


Fig. 4.

moyen de deux caniveaux E et D (fig. 1). Les différentes machines reliées actuellement au condenseur fournissent environ 92 000 kilogrammes de vapeur par heure, aussi l'installation n'est pas terminée et ne comporte que les 2/3 de son développement définitif.

Toutes les grosses machines sont munies d'un réservoir d'échappement situé plus bas que le cylindre et portant un dispositif empêchant l'eau de condensation de retourner dans le cylindre. Ce dispositif (brev. allem. 136 326) se compose (fig. 2) d'une

caisse étanche dont le couvercle porte une soupape atmosphérique ou reniflard R (fig. 3) et un tube d'admission T. A la partie inférieure se trouve un tube d'échappement E, muni d'une soupape. La soupape atmosphérique s'ouvre au moyen d'un flotteur. Pendant la marche la soupape d'admission est ouverte, un vide relatif existe dans la caisse. La soupape atmosphérique est maintenue fermée par la pression de l'air jusqu'à ce que le niveau y soit suffisant pour que le flotteur ouvre la soupape.

Dès que cela a lieu, la pression atmosphérique agit dans la caisse, ferme la soupape d'admission, ouvre la soupape d'échappement et l'eau est évacuée de la caisse. En même temps, le flotteur s'abaisse, la soupape atmosphérique peut se fermer et l'eau restée dans le tube d'arrivée peut s'écouler car le flotteur, en descendant, ouvre

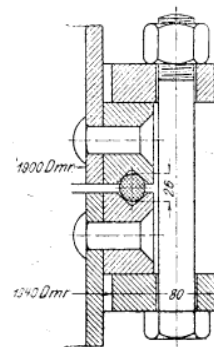


Fig. 5.

un orifice latéral dans ce tube. La soupape d'échappement se ferme maintenant à nouveau, et il faut que la soupape d'admission se rouvre pour que le départ d'eau recommence. La soupape d'admission reste fermée, la pression dans la conduite étant plus faible que la pression atmosphérique qui règne dans l'appareil. Pour cette raison, la soupape d'admission (fig. 4) est munie d'une petite soupape *v*, équilibrée de manière à s'ouvrir lors du retour de l'eau. Par ce moyen, la différence de pression entre la conduite et l'appareil s'égalise, et la soupape d'admission s'abaisse par son propre poids, laissant passer l'eau condensée dans l'intervalle.

La marche de l'appareil continue ainsi automatiquement.

Les conduites de vapeur sont formées de tubes de fer rivés, de 20 mètres de long et de 0^m,950 à 2 mètres de diamètre dont les extrémités sont reliées par des joints rigides (fig. 5). L'étanchéité est assurée au moyen d'une rondelle de caoutchouc sur bande de toile. Toutes les conduites sont disposées en pente, sans courbures compensatrices. Il y a deux conduites aboutissant au condenseur par un collecteur A (fig. 6 et 7) portant 4 soupapes de sûreté à sa partie supérieure. Si la vapeur arrive en trop grande quantité elle peut s'échapper sans retours dangereux vers les machines. Ces soupapes entrent également en fonction si un arrêt quelconque se produit dans le condenseur. En sortant de ce collecteur, la vapeur arrive dans un purgeur B, de 2^m,7 de diamètre et 6 mètres de haut, dans lequel l'eau condensée tenant de l'huile en suspension se sépare; des pompes la reprennent.

La vapeur pénètre ensuite dans le séparateur d'huile, cylindre horizontal C, de 2^m,5 de diamètre sur 15 mètres de long, dans lequel se trouvent des tubes coniques et des grillages en fer cornière pour retenir l'huile. L'eau et l'huile qui se séparent sont reprises par les pompes. Tous ces réservoirs servent à la fois de collecteurs et de purgeurs. Par suite de leur grande masse de fer et de l'eau condensée qui s'y trouve toujours, ils sont utiles pour compenser une arrivée subite de vapeur. Ils sont d'excellents accumulateurs de chaleur qui régularisent l'arrivée de vapeur dans le condenseur.

Les tubes D conduisent la vapeur au condenseur, qui est formé de faisceaux de tubes immergés dans un réservoir d'eau. Actuellement, quatre faisceaux sont installés.

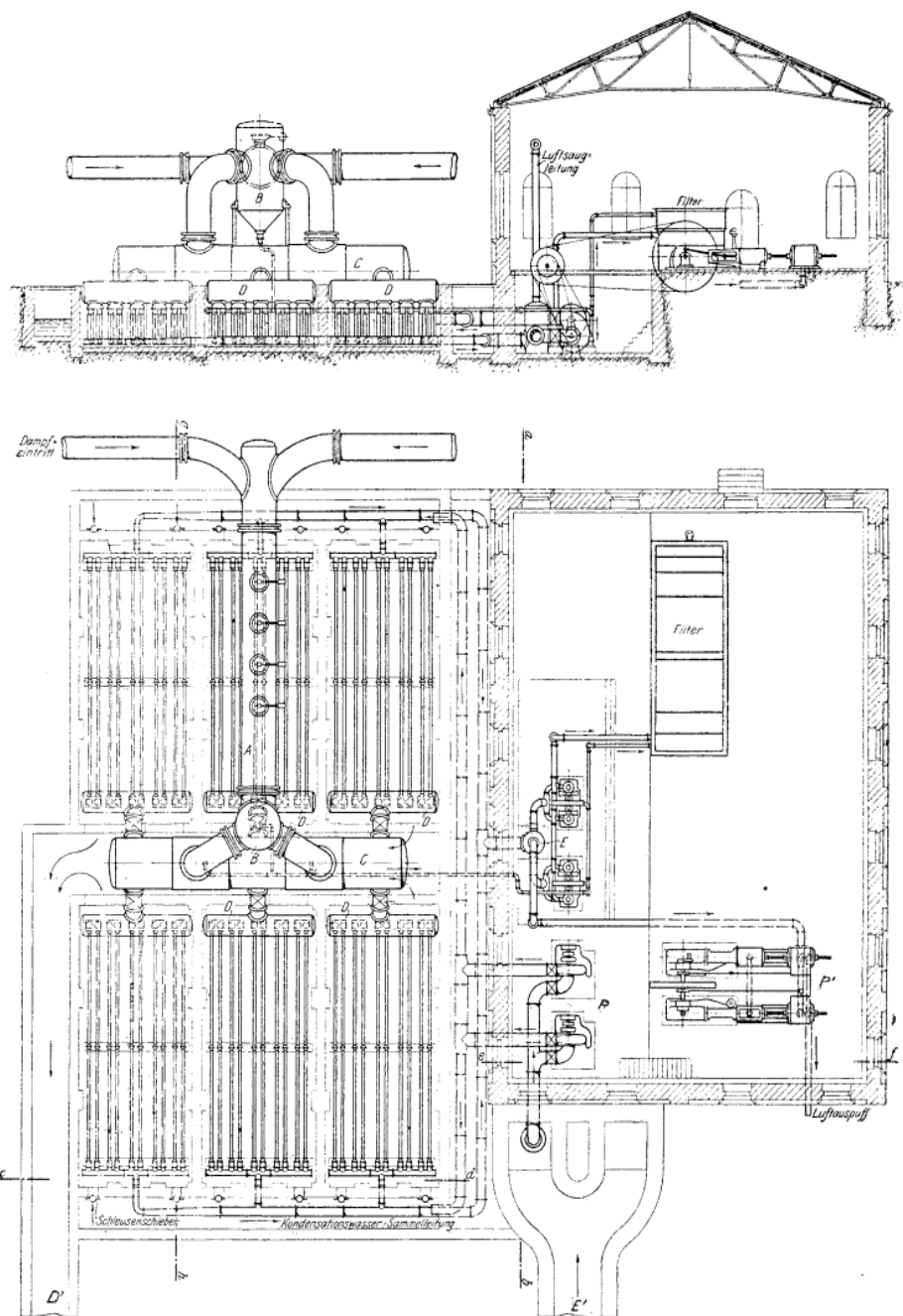


Fig. 6. — Condensation centrale de Neuves-Maisons. Ensemble du condenseur.
E' et D', entrée et sortie de l'eau de circulation. P, pompes centrifuges, P', pompes à air.

En vue du nettoyage chaque faisceau peut être isolé du système au moyen d'un registre entre C et D. L'eau de condensation s'écoule à l'autre extrémité du faisceau

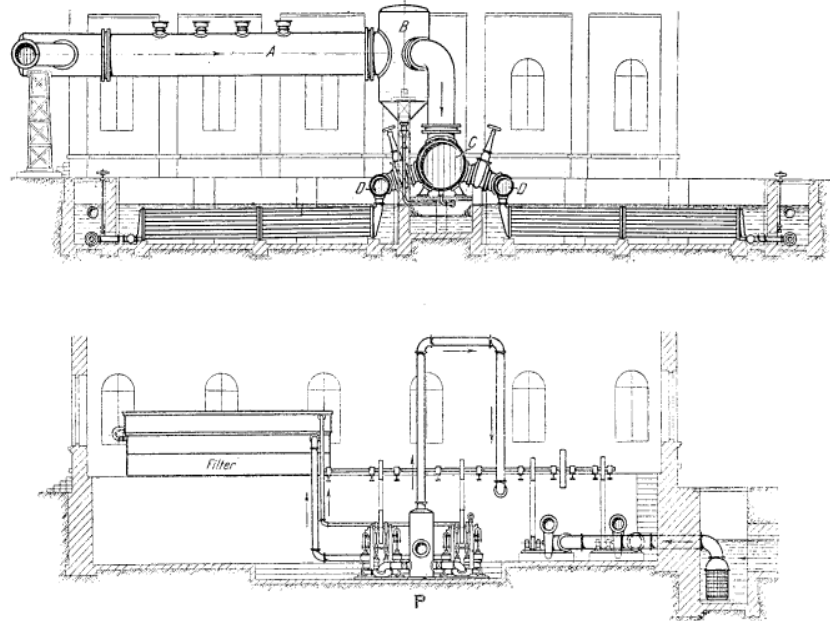


Fig. 7.

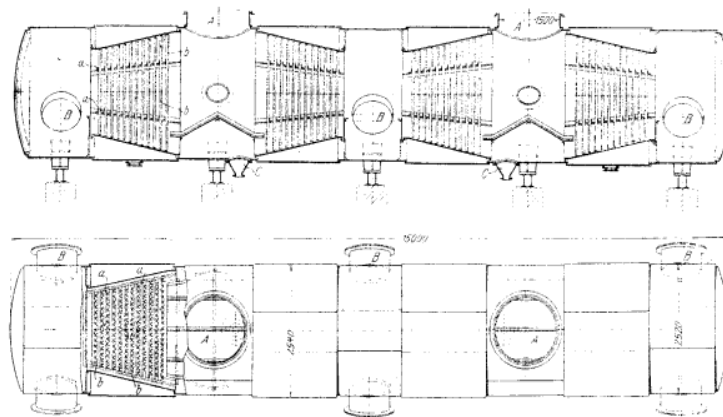


Fig. 8. — Séparateur d'huile.

tubulaire et s'en va dans le réservoir E, installé dans la salle des machines, près des pompes du condenseur. Ce réservoir est également relié aux pompes à air qui dépendent de la machine.

La machine motrice actionne par transmissions les pompes pour l'eau de condensation et pour l'eau tenant l'huile en suspension, ainsi que deux pompes rotatives qui élèvent l'eau du canal dans le réservoir. Le niveau de l'eau dans le canal ne varie que de 200 à 300 millimètres par an. C'est à cause de cela que le condenseur est situé si bas par rapport au niveau de l'usine, afin que l'eau chaude s'écoule du bassin, à une hauteur d'environ 300 millimètres au-dessus du plus haut niveau. Au moment des crues, les pompes rotatives sont presque au-dessous de la surface de l'eau.

Le séparateur d'huile est représenté par la figure 8.

La vapeur y entre par A et s'échappe par B, après avoir été déviée par des dispositifs rayonnants. Entre A et B, la vapeur doit passer dans des grilles en traverses de fer *a*

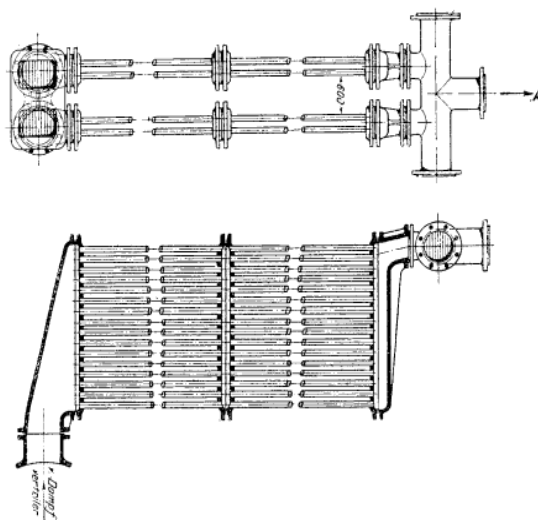


Fig. 9. — Élément du condenseur.

horizontales et cornières *b*; ces dernières sont disposées en chicane de manière que la vapeur change de direction après chaque rangée. Les particules d'huile et d'eau recueillies par ce dispositif s'écoulent par *c*. Les tambours coniques dans lesquels sont disposées les grilles sont enveloppés par la vapeur qui s'échappe en B. L'avantage est d'éviter la condensation de la vapeur débarrassée d'huile, on n'a à s'occuper que de l'eau condensée dans les conduites.

La vapeur sortant par B pénètre dans le distributeur de vapeur, au-dessus du condenseur. Entre l'épurateur à huile et le distributeur se trouve un système de fermeture permettant d'isoler chaque élément du condenseur, en vue du nettoyage. Chacun de ces éléments se compose de 5 faisceaux de tubes (fig. 9), contenant chacun (2×32) tubes de 11 mètres de long. Les pièces extrêmes et médianes sont en laiton étiré d'une seule pièce, et emboutis dans les pièces de fonte. Les tubes n'ont que 50 millimètres de diamètre, de sorte que le centre de la vapeur est également refroidi. Les faisceaux de tubes reposent librement sur la base, afin de pouvoir se dilater facilement. Les boulons ne sont pas nécessaires. Le nettoyage est facile.

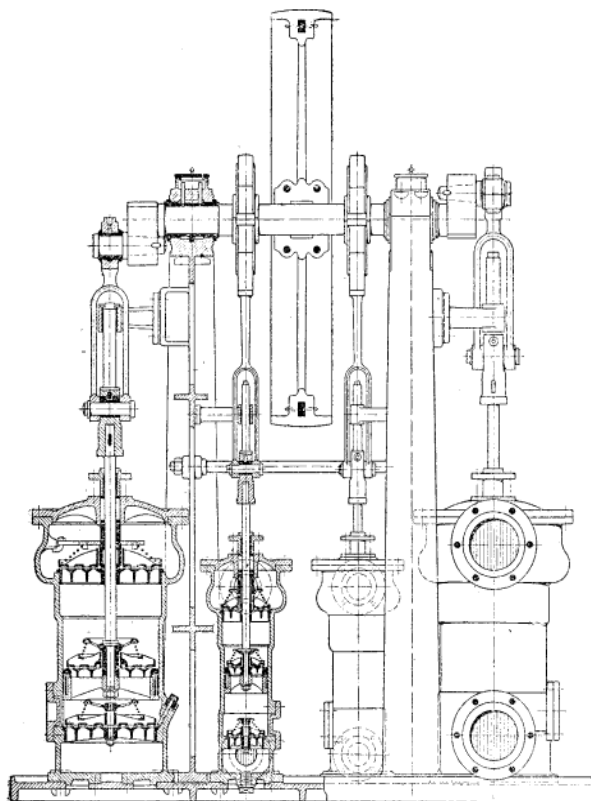


Fig. 10. — Pompes à eau.

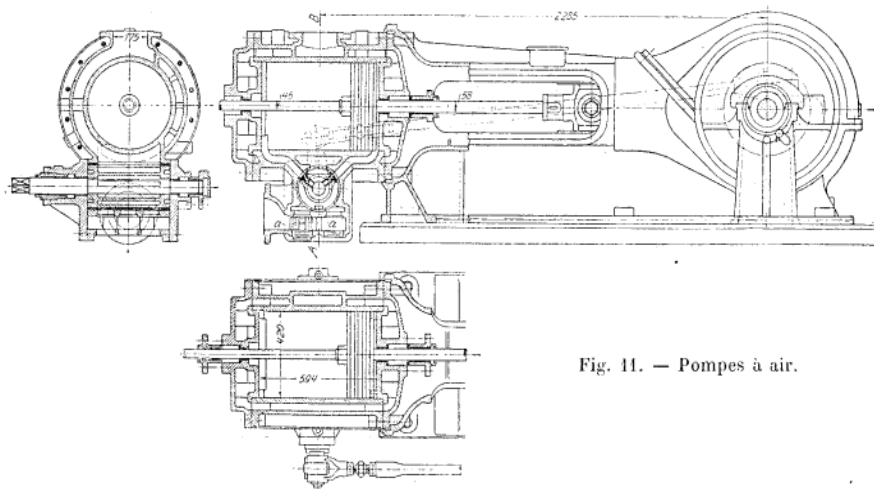


Fig. 11. — Pompes à air.

Afin que les sédiments ne puissent pas s'accumuler sur le sol du bassin, les faisceaux sont à environ 200 millimètres au-dessus de ce dernier. L'eau de réfrigération se meut en sens inverse de la vapeur, elle est introduite par les pompes centrifuges et s'échappe à l'autre extrémité par un trop-plein, dans le canal d'eau chaude qui la conduit dans la Moselle.

L'eau des condenseurs est dirigée dans un réservoir, installé dans la salle des machines. L'eau est reprise par les pompes. Le réservoir est relié aux pompes à air (fig. 10). Les pompes à eau de condensation et les pompes à huile sont solidaires. Ce sont deux pompes jumelles, situées plus bas que l'orifice d'aspiration de façon à créer une hauteur de chute permettant de vaincre les différentes résistances et pertes de charge. De plus, il se peut que la pression dans le condenseur soit inférieure à celle que produit la pompe, la dénivellation vient alors en aide aux pompes.

Un arbre commun actionne les pompes à eau et à huile, les premières au moyen d'un excentrique, les secondes au moyen de câbles.

Deux pompes à air sont adjointes (fig. 11) à la machine. Ces pompes sont gouvernées au moyen d'un robinet oscillant mobile, placé sous le cylindre. Les soupapes de refoulement *a* sont situées au-dessous, de manière que les particules d'eau entraînées par chaque coup de piston soient chassées par l'air. Ces soupapes sont en bronze phosphoré; il y en a quatre, assurant une marche plus silencieuse.

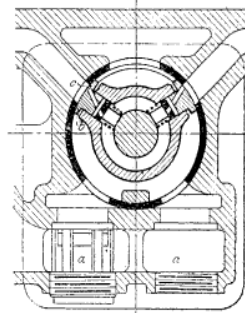


Fig. 12.

Le robinet oscillant (fig. 12) porte des plaques directrices *b* appliquées au moyen de ressorts de laiton, qui assurent l'étanchéité. Des petits canaux *c* établissent, au point mort, une communication entre les deux côtés du piston, permettant à l'air compris entre le piston et le registre de passer de l'autre côté du piston. Aussitôt que les orifices sont fermés, c'est-à-dire après un petit déplacement du piston, l'aspiration recommence.

Les pompes du condenseur envoient l'eau dans un réservoir, d'où les pompes d'alimentation la reprennent. L'émulsion d'eau et d'huile est envoyée à travers un filtre à coke, dans lequel l'huile se sépare.

Par suite de la longueur des conduites, l'eau se condense déjà dans l'épurateur (environ 5 p. 100); cette quantité est trop grande, eu égard au manque d'eau de l'usine, aussi elle est récupérée par les filtres à coke. Cet appareil permet d'abaisser la teneur en huile jusqu'à 1 milligramme dans 100 litres d'eau. Cette eau sert, comme l'eau de condensation, à l'alimentation des chaudières, sans aucun inconvénient pour ces dernières.

D'après les conditions à la livraison, pour chaque machine reliée au condenseur, il doit exister, en marche normale, un vide de 85 p. 100; la quantité totale de vapeur étant de 100 000 kilogrammes par heure. De plus, l'eau de réfrigération ne doit pas s'échauffer au delà de 40°.

Toutes ces conditions ont été remplies à la réception de l'installation. Lors des essais, l'eau de réfrigération avait une température initiale de 20°. L'élévation de température, pendant les mois de juillet et d'août, a été de 5 à 6°.

L'installation actuelle reçoit 86 000 kilogrammes de vapeur par heure. Le vide pro-

duit, aux pompes à air, est de 93 p. 100, il est seulement de 2 p. 100 plus faible aux machines. La mise en mouvement des pompes nécessite 117 chevaux, en pleine marche.

ALLUMAGES ET EXPLOSIONS DANS LES TUYAUX ET RÉSERVOIRS DE REFOULEMENT
DES COMPRESSEURS, d'après *M. A.-M. Gow* (1).

Ces allumages et explosions sont assez fréquents, toujours dangereux, et parfois mortels. Les explosions ne se produisent que très rarement dans le cylindre même du compresseur. Ces phénomènes exigent évidemment, pour se produire, la présence d'une matière combustible accumulée et la production d'une température de l'air comprimé suffisante pour l'enflammer; la présence d'un gaz ou d'une vapeur susceptible de former un mélange détonant avec cet air explique les explosions; ce gaz ou cette vapeur peuvent être d'ailleurs dégagés par la chaleur même d'un allumage, suivi alors de l'explosion.

L'origine de ces accidents doit se rechercher principalement dans la nature des lubrifiants employés dans les compresseurs et qui, par eux-mêmes ou par leur mélange avec des poussières inflammables, constituent l'occasion de l'accident. Cela est évident lorsque le graissage se fait avec des huiles, dont il faut, par conséquent, éviter tout excès susceptible de s'accumuler avec les poussières dans les réservoirs et conduites de refolement. Mais ces explosions se produisent même quand on n'emploie, comme lubrifiant, que de l'eau de savon. Après l'une de ces explosions, on constata, dans le réservoir de refolement, la présence d'un dépôt de matières s'enflammant à 203° et de 50 millimètres d'épaisseur. L'eau de savon évaporée à sec laissait une matière inflammable à 260°, noire et pâteuse. Le principal élément combustible du dépôt du réservoir était de la poussière de charbon, et ce fait démontre que le graissage à l'eau de savon seule, ou presque seule, n'est pas, lui-même, inoffensif. Bien plus, le précipité de l'eau de savon vaporisée brûlait parfaitement à l'air, de sorte que, comme il faut employer plus de cette eau que d'huile, pour le graissage, ses dépôts sont plus volumineux et peut-être plus dangereux.

Il suffit de mélanger à l'air de très faibles proportions de gaz et de vapeurs combustibles pour en faire un mélange détonant; c'est ainsi que les proportions limites d'explosibilité, à la température de 15° et à la pression atmosphérique, sont, en volumes de 8,5 p. 100 pour l'hydrogène, 6,3 pour le gaz des marais, 3,4 pour l'éthylène, 1,4 pour la vapeur de benzine, 1,3 pour celle de la gazoline, et 1,1 pour celle du benzol. Cette proportion diminue quand la température augmente; elle est, par exemple, pour l'oxyde de carbone, de 14,2 p. 100 à 400°, 9,3 p. 100 à 490°, 7,4 p. 100 à 600°, tandis qu'elle est de 16 p. 100 à la température ordinaire. En outre, un mélange non explosible à une certaine pression le devient à une pression supérieure. Toutes les huiles de graissage, même celles à point éclair très élevé, de 290°, dégagent des vapeurs combustibles aux environs de 300° en formant des mélanges explosibles avec environ 99' d'air en volume pour 1 de vapeur.

On introduit souvent dans les compresseurs des huiles légères, et même des kérosènes, pour dégraisser les soupapes, ce qui constitue un danger d'explosion immédiate ou différée par l'addition de cette huile légère au dépôt déjà formé; cette pratique doit donc être absolument condamnée.

(1) *Engineering News*, 2 mars, p. 220.

Il faut éviter, dans les chapelles des soupapes et dans les espaces nuisibles, la formation de poches où pourraient s'accumuler des matières combustibles et de l'huile; ces dépôts se font aussi aux coudes des tuyauteries du cylindre au réservoir, qu'il faut donc éviter autant que possible.

Dans certaines mines, les poussières de charbons forment des mélanges explosifs à 250°, et qui ont parfois provoqué des explosions dans les compresseurs; il faut, dans ce cas, laver l'air aspiré, d'autant plus que ce lavage, refroidissant l'air en été, augmente alors la capacité et le rendement du compresseur.

L'air aspiré au compresseur s'y chauffe par son contact avec les parois chaudes. M. Kennedy cite, à ce propos, le cas de deux machines soufflantes identiques, mais où, dans l'une, l'air aspiré devait passer en lames de 5 millimètres d'épaisseur sur une longueur de 75 millimètres du métal des fonds du cylindre, tandis que, dans l'autre, cette longueur était réduite à 25 millimètres et l'épaisseur de la couche d'air portée à 50 millimètres. Le résultat fut une augmentation de température de 25° environ dans l'air aspiré par la première machine, dont le débit en poids d'air se trouvait réduit de 10 p. 100 environ. La compression de l'air renfermé dans les espaces nuisibles l'échauffe, mais cet échauffement peut être entièrement absorbé par la détente de cet air sur le piston avant l'ouverture de la soupape d'admission, et il n'est jamais, en raison de la petitesse des espaces nuisibles, bien dangereux. En tout cas, l'aspiration de l'air doit se faire en l'endroit le plus froid et le plus propre possible, en dehors de la salle des machines, et, si l'air ambiant est trop sale ou trop chaud, après un lavage à l'eau.

Les fuites des soupapes de refoulement peuvent augmenter considérablement la température de compression. Au cas extrême où ces fuites seraient assez considérables pour empêcher l'aspiration de l'air, on atteindrait, au bout de deux courses et avec une compression initiale de 3 kilogrammes, une température d'environ 340°. Le blocage d'une soupape de refoulement suffit pour porter, en une seule course, la température au delà de celle d'inflammation des huiles de graissage les meilleures. De fait, les fuites aux soupapes de refoulement ont occasionné d'assez fréquentes explosions aux réservoirs de refoulement, où s'étaient déposées des matières inflammables.

Les enveloppes à circulation d'eau sont, en général, insuffisantes pour le refroidissement des grands compresseurs. Pour les compresseurs étagés, il faut un refroidisseur intermédiaire à chaque étage et très largement établi, autant pour augmenter le rendement que la sécurité, puis un refroidisseur extérieur d'urgence, qui ne fonctionne qu'en cas d'échauffement excessif de la conduite de refoulement final, et qui peut consister simplement en une injection d'eau dans cette conduite. Cette eau doit être ensuite soigneusement drainée du réservoir. Le refroidissement de l'air par cette injection abaisse son hygrométrie et évite les inconvénients des gelées provoquées par la détente d'un air trop humide. Les conduites de refoulement doivent être pourvues de thermomètres nettement visibles de loin, de manière qu'ils indiquent la température à laquelle il faut faire agir ce refroidissement supplémentaire qui, dans bien des cas, pourrait être maintenu constamment sans aucun inconvénient. La température ne doit jamais dépasser 200°.

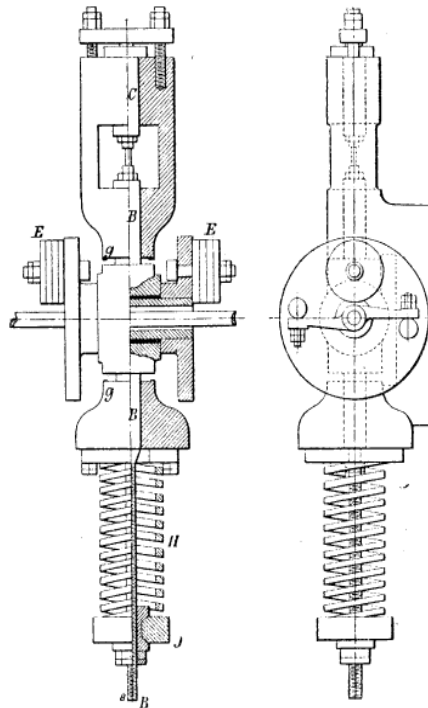
En résumé, il faut, dans la construction du compresseur, réduire au minimum les espaces nuisibles et le contact de l'air aspiré avec les canaux de l'aspiration; éviter les poches de dépôts aux soupapes de refoulement; refroidir les parois et le piston par des circulations d'eau; refroidir, dans les compresseurs étagés, l'air refoulé par des

refroidisseurs intermédiaires étendus; disposer les soupapes de refoulement de manière à en faciliter l'accès et le nettoyage.

L'air devra toujours être pris au point le plus froid et le plus propre possible, jamais dans la salle même des machines, et lavé s'il n'est pas assez propre, comme dans les mines de charbon. Il faut installer, sur la conduite de refoulement, un thermomètre consulté comme le manomètre d'une chaudière, et disposer d'un refroidissement supplémentaire fonctionnant dès que la température monte aux environs de 250°. Le réservoir devra pouvoir être facilement visité et nettoyé. Il ne faudra employer que des graisseurs compte-gouttes, empêchant un excès d'huile, et les compléter par une pompe permettant l'injection d'eau de savon s'il y a lieu. N'employer que des huiles à point éclair très élevé, et, en cas de besoin d'un supplément de graissage, le fournir par la pompe à eau de savon. Maintenir les soupapes de refoulement étanches, en surveillant leur marche par des prises de diagrammes; les nettoyer et visiter souvent. Purger le réservoir fréquemment de toute accumulation d'eau et d'huile.

MACHINE A ESSAYER ALTERNATIVE DE *M. J.-H. Smith* (1).

Nous avons décrit, dans notre *Bulletin* de février, à la page 276 la machine à



essayer les métaux par efforts alternatifs du National Laboratory de Londres; celle que

(1) *Engineering*, 10 novembre, mars, p. 308.

M. Smith vient d'établir au Municipal Technical Institute de Belfast opère d'après le même principe, mais en laissant les éprouvettes immobiles, et par un dispositif extrêmement simple.

Les figures ci-contre représentent l'un des éléments de cette machine. L'éprouvette y est attachée entre les pièces B et C; d'abord à la tige ronde C, mobile dans un guide fixe, puis à la pièce BB, ronde en haut et carrelée en bas, dans son guide, de manière à éviter toute torsion de l'éprouvette. La pièce B est tirée par un ressort H, dont on règle la tension en J, et, dans son milieu, tourne un manchon porteur de masses excentriques E, dont l'inertie agit sur l'éprouvette. Ce manchon est entraîné par les tocs d'un arbre qui le traverse avec un jeu de 13 millimètres de chaque côté, de manière qu'il ne soit pas heurté par le manchon quand l'éprouvette se brise. Le manchon est alors arrêté par les petites butées de plomb gg.

L'absence de pièces en mouvement alternatif permet de marcher à de grandes vitesses en supprimant l'effet des harmoniques du mouvement oscillatoire, sensibles aux grandes vitesses.

RIVET A BILLE DE LA *Link Belt Engineering Co* (1)

Ce rivet consiste en une tige terminée (fig. 1) par une cavité cylindro-conique posant sur une bille d'acier. Quand on frappe la tige, les parois de sa cavité se dilatent autour de la bille en serrant très fortement dans le trou de fixation. Le diamètre de la

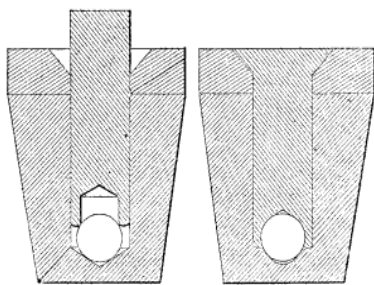


Fig. 1.

cavité doit être d'environ les trois quarts de celui de la tige, et inférieur de 0^{mm},8 à celui de la bille; la profondeur du trou varie de 2 à 1,5 fois celui de la tige; une profondeur plus grande n'ajoute rien à la solidité de l'attache. Aux essais, des rivets de 5 à 6 millimètres se sont montrés de 22 p. 100 plus résistants que des boulons de même diamètre; ceux de 10 millimètres résistent jusqu'à la rupture.

C'est un mode de fixation ingénieux et très simple à employer notamment pour la fixation des flasques de chaînes-courroies et des plaques-étiquettes de machines.

(1) Nicetown, Philadelphie, *American Machinist*, 11 mars, p. 250.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 24 février 1905.

Présidence de M. H. LE CHATELIER, président.

M. le Président fait la communication suivante :

La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale présente une organisation un peu différente de celle des autres Sociétés scientifiques ou techniques. Son Conseil est beaucoup plus nombreux et il est nommé à vie. Ces conditions ont amené des méthodes de travail différentes. Tandis que la vie des autres Sociétés se manifeste surtout par leurs séances publiques, la Société d'Encouragement exerce plutôt son action par les travaux faits dans les réunions privées de son Conseil ou dans celles des Sections de ce Conseil constituées en Comités. Les décisions prises, les discussions qui les ont précédées, n'ont pas été rendues publiques jusqu'ici, de sorte que les membres de la Société restent dans l'ignorance du travail effectué, auquel ils contribuent cependant pour leur part en apportant leur cotisation.

Il a semblé à votre Conseil qu'il pouvait être intéressant d'adopter une ligne de conduite différente et de publier, de temps en temps, un compte rendu de ses travaux. Il a confié cette tâche à son Président, et je me propose, ce soir, de vous rendre compte des principales décisions prises dans le courant de l'année 1904.

Les moyens dont nous disposons pour concourir au progrès de l'Industrie se traduisent toujours finalement par des dépenses. Le plus simple, pour passer en revue ce qui a été fait, est donc de suivre l'ordre même du budget qui vient d'être voté et de vous signaler les décisions prises au sujet de chacun de ses chapitres.

Bulletin. — Le premier et le plus gros chapitre du budget de notre Société est celui du *Bulletin*. Il absorbe à lui seul plus du tiers de nos ressources. Des changements importants ont été apportés depuis un an à cette publication. A la suite de plaintes générales sur les longs mémoires découpés par tranches, se succédant d'un numéro à l'autre, votre Conseil a décidé de ne plus accepter dans le *Bulletin* que des mémoires relativement courts, pouvant paraître en entier dans le même numéro. Les mémoires plus longs, dont l'intérêt exceptionnel justifierait la publication, seront imprimés sous forme de volumes isolés. C'est ainsi que les membres de la Société ont reçu cette année, en dehors du *Bulletin*, un volume sur l'Agriculture du Pas-de-Calais et un autre sur le port de Rosario.

Revue de Métallurgie. — Une autre innovation également très importante concerne la création d'une Revue de Métallurgie. Depuis une dizaine d'années, le *Bulletin* de la Société avait été très largement ouvert aux études de science métallurgique. Il avait publié ainsi des travaux importants, dont l'intérêt n'a pas échappé aux métallurgistes, mais dont le caractère trop spécialisé ne s'accordait pas avec le caractère encyclopédique de notre *Bulletin* et pouvait décourager un certain nombre de lecteurs. Votre Conseil a approuvé la proposition, qui lui a été soumise, de cesser la publication de ces études et de concourir par une forte subvention à la création d'une Revue indépendante de Métallurgie. Comme période de transition, et pour ne pas décourager les métallurgistes qui s'étaient fait inscrire comme membres de la Société, il a été convenu que, pendant quelques années, le *Bulletin* reproduirait les plus importants des mémoires originaux donnés dans la Revue de Métallurgie.

A l'occasion du vote du budget de cette année, quelques membres du Conseil ont insisté sur la nécessité d'élargir les bases de la rédaction du *Bulletin*, quitte à réduire un peu la dépense sur ses parties purement matérielles. Des économies, dans ce sens, ont d'ailleurs été rendues possibles sans nuire en rien à l'aspect de la publication, grâce à un traité plus avantageux consenti par l'imprimeur de la Société.

Bibliothèque. — La bibliothèque reçoit tous les jours un nombre de lecteurs de plus en plus grand, aussi son fonctionnement attire-t-il tout spécialement l'attention de votre Conseil. Un important rapport sur les services de la bibliothèque a été rédigé par le général Sébert. Après en avoir reçu communication, le Bureau a pris un certain nombre de mesures afin d'assurer un peu plus d'ordre dans le rangement de nos collections. Le nouveau bibliothécaire de la Société, M. Garçon a été chargé de préparer un catalogue qui sera prêt dans deux ans. Le Conseil de la Société sera appelé alors à décider s'il y a lieu de l'imprimer et de voter à cet effet les fonds nécessaires.

La partie la plus importante de notre Bibliothèque est constituée par ses collections de périodiques. La liste complète en a été publiée dans le *Bulletin* de décembre dernier. M. Garçon s'efforce d'obtenir, par échange avec notre *Bulletin*, quelques publications importantes qui nous manquent encore.

Hôtel de la Société. — Pour suivre l'ordre du budget, il faut mentionner ici en passant des dépenses improductives, quoiqu'en partie indispensables, qui sont occasionnées par l'hôtel de la Société, entretien, éclairage, chauffage et contributions, etc. C'est malheureusement, après le *Bulletin*, notre plus gros chiffre de dépenses. Son total annuel est d'une dizaine de mille francs, auxquels sont venues périodiquement s'ajouter depuis quelque temps des dépenses accidentelles de 20 à 30 000 francs : calorifère, grande salle de la Société, bibliothèque, machines électriques. Il faut espérer que, pour un certain temps, nous n'aurons plus à nous préoccuper de dépenses anormales semblables.

Prix. — Le Conseil a décidé, depuis un certain nombre d'années, la suppression complète des prix dont l'action, si utile au début de ce siècle pour contribuer au progrès de l'industrie, avait aujourd'hui perdu son efficacité. Il a seulement respecté quelques prix, objets de fondations spéciales et auxquels il ne pouvait toucher sans enfreindre la volonté des donateurs. Mais on a conservé comme par le passé les médailles de différentes valeurs. A l'occasion des distributions de ces médailles, dont le montant total

atteint plusieurs milliers de francs, quelques décisions utiles à signaler ont été prises cette année. Il a été convenu, qu'à l'avenir, on n'accorderait plus de médailles d'or aux ouvrages présentés à la Société, mais au plus des médailles de vermeil. La médaille d'or sera réservée à des productions entièrement originales, d'un caractère scientifique ou industriel : inventions de nouvelles machines, nouvelles études sur les propriétés de tel ou tel corps, etc. Le Conseil a également repoussé les propositions qui lui avaient été faites de remplacer, par raison d'économie, sa médaille d'or par un simple diplôme de médaille d'or, comme cela se fait dans les expositions, ou par une médaille d'un plus petit module. Il a semblé, qu'en rendant plus économique la distribution des médailles d'or, on serait amené malgré soi à en augmenter beaucoup le nombre et à les déprécier ainsi rapidement.

La séance de distribution des récompenses qui, depuis bien des années déjà, avait lieu au milieu de l'année, a été reportée à la dernière séance du mois de décembre. Pour donner plus d'intérêt à cette séance, on a demandé aux personnes qui étaient récompensées de vouloir bien mettre sous les yeux des membres de la Société un certain nombre d'appareils, de produits ou de photographies des mêmes objets pour lesquels ils avaient obtenu les médailles. C'est avec un grand intérêt que le public assistant à cette séance a pu voir autour de lui, sur les murs de la salle, des photographies de MM. Lumière frères, de Lyon, celles des transbordeurs de M. Arnodin et les études micrographiques de M. Guillet. Différents appareils de moindre importance étaient également exposés dans la salle. Cette innovation, d'ailleurs, n'est, en réalité, qu'un retour à une ancienne tradition de la Société.

Subventions pour recherches. — Malgré son désir de donner un développement tous les jours plus grand aux recherches de sciences industrielles, le Conseil de la Société s'est trouvé, au bout de l'année 1904, devant une situation financière difficile. Pour en sortir, il a décidé de combler le déficit des exercices antérieurs au moyen des ressources courantes du budget qui auraient dû être appliquées à subventionner des recherches ; et, en même temps, pour ne pas interrompre pendant une année la voie si heureusement suivie depuis quelque temps, il a décidé de vendre pour 16 000 francs de titres achetés antérieurement avec les économies réalisées sur la fondation Bapst, dont les revenus annuels étaient depuis longtemps sans emploi. Au moyen de ces ressources, le Conseil a pu voter les subventions dont la liste suit :

3 000 francs à M. Frémont pour recherches sur le *poinçonnage* ; 3 000 francs pour la publication d'un *ouvrage sur les Argiles* ; 3 000 francs à M. Lavezard pour recherches sur les *propriétés des Argiles* ; 1 000 francs à M. Laville pour recherches sur les *gisements d'argiles de France* ; 1 000 francs à M. Goutal pour recherches sur les *aciers trempés* ; 1 000 francs à M. Belloc pour recherches sur les *gaz occlus dans les aciers* ; 600 francs à M. Granger pour recherches sur la *résistivité des porcelaines d'isolateurs* ; 3 000 francs à M. Garçon pour son *Encyclopédie des Industries tinctoriales* ; 1 000 francs à M. Montpillard pour recherches de *photographie* ; 2 000 francs à M. Schribaux pour recherches sur les *semences* ; 3 000 francs pour le *Musée de la Prévention des accidents du Travail*.

Recettes. — Sur ce chapitre, le Conseil a été heureux de pouvoir enregistrer l'autorisation du Préfet de la Seine pour l'acceptation d'un legs de 20 000 francs, dû à la générosité de M. Gilbert. Cette somme a été léguée à la Société sans affectation spéciale.

Le Conseil a décidé de la placer en titres de rente et d'en affecter les revenus annuels aux recherches des sciences industrielles.

Il a eu, par contre, le regret de constater une diminution sensible dans le nombre des membres de la Société. Il espère que les efforts faits pour améliorer le *Bulletin* pourront attirer de nouveaux adhérents à la Société.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

Il fait part des pertes douloureuses que la Société vient d'éprouver par les décès de *MM. Fernet*, inspecteur général honoraire de l'Instruction publique, membre du Comité des Arts économiques ; *Lencauchez*, ingénieur civil, lauréat de la Société d'Encouragement, auteur de nombreux travaux, notamment sur les gazogènes ; *Walter Meunier*, président de la Société alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur, correspondant du Comité des Arts mécaniques. Il se fait, auprès des familles de ces très regrettés collègues, l'interprète des très vifs regrets qu'ils laissent parmi nous.

M. Marcout, 8, rue du Tapis-Vert, Marseille, demande une annuité de brevet pour une *barrière de passage à niveau* des chemins de fer. (Arts mécaniques.)

M. L. Mahout, 213, boulevard Raspail, présente un *moteur à explosions*. (Arts mécaniques.)

M. B. Gagne, 18, rue Richarme, Rive-de-Gier, demande une annuité de brevet pour une *pompe*. (Arts mécaniques.)

M. A. Brust, à Vassy (Calvados), présente un *barème automatique* pour le calcul des intérêts. (Arts économiques.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciement aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 293 du *Bulletin* de février.

Revue des périodiques. — *M. G. Richard* signale les quelques nouveautés suivantes, parues dans les périodiques de la dernière quinzaine :

En matière de **chemins de fer**, la question de l'*accouplement automatique* des voitures et wagons est des plus intéressantes, puisque l'emploi de ces accouplements permettrait d'exécuter rapidement et sans danger pour le personnel les manœuvres de composition et de décomposition des trains particulièrement dangereuses quand elles sont effectuées au moyen du triage par gravité, qui s'impose dans les gares à marchandises actives et importantes. En Europe néanmoins on peut dire que les accouplements automatiques n'existent pratiquement pas. On les a dédaignés dès leur origine ; aucune loi n'est venue, comme aux États-Unis, les imposer à temps et le matériel des chemins de fer européens s'est développé sans eux, de sorte que c'est, actuellement, toute une affaire des plus difficiles, coûteuse, compliquée, embarrassante, comme il arrive tou-

jours lorsque s'impose enfin, presque par la force des choses, l'adoption d'un progrès longtemps dédaigné (1).

Aux États-Unis, au contraire, on rencontre, presque dès l'origine de leurs chemins de fer, l'accouplement automatique, en compagnie de l'attelage central, supérieur à tout autre, surtout pour les longues voitures appelées à circuler dans des courbes raides. Ces accouplements automatiques se développèrent d'abord, aux États-Unis, un peu au hasard des préférences des différentes compagnies pour tel ou tel système, puis, à mesure que les échanges de matériel entre les différentes compagnies se multiplièrent, le besoin d'une unification de ces attelages devint de plus en plus impérieux et, en 1884, l'association des Master Car Builders (constructeurs de wagons) prit en main la cause de cette unification. Cette unification fut, cela va sans dire, très laborieuse ; mais, puissamment aidée par la loi fédérale de 1893, prescrivant, à partir du 1^{er} août 1900, l'adoption universelle des attelages automatiques, l'association des Master Car Builders finit, après de très nombreux essais et des études suivies de discussions des plus intéressantes, par imposer un type interchangeable actuellement adopté par tous les États de l'Union. Ce n'est pas à dire que tous les wagons de marchandises des États-Unis ont identiquement le même accouplement, les détails de ces accouplements sont, au contraire, encore assez variés, mais ils sont tous fondés sur un même principe, celui de l'accrochage par des griffes ou mains se prenant dans un plan vertical et disposées de manière que leurs variations de détail ne les empêchent pas de s'échanger facilement avec le type fondamental des Master Car Builders. En outre, les différentes pièces de ces accouplements ont été étudiées en pratique et expérimentalement, de sorte que les prescriptions imposées par les Master Car Builders, fondées sur des résultats certains, assurent à ces attelages une sécurité pratiquement absolue.

Je ne puis insister ici davantage sur ce sujet et que renvoyer ceux d'entre vous qu'il intéresserait particulièrement au très intéressant mémoire de M. Gibbs, qui vient d'être publié sur cette question par le *Bulletin du Congrès international des chemins de fer* ; ce mémoire est des plus intéressants, non seulement en ce qui concerne l'histoire de l'évolution même des attelages automatiques, mais aussi parce qu'il montre tout le bien que peuvent faire, en des questions d'un intérêt aussi général, des associations comme celle des Master Car Builders, dont les travaux, ainsi que ceux de l'association parallèle des Master Mechanics, exercent sur le développement du matériel des chemins américains l'influence la plus heureuse, parce que ces associations sont à la fois puissantes, compétentes et désintéressées.

Nous avons décrit dans notre *Bulletin* de juin 1904, avec tous les détails nécessaires pour en faire comprendre la marche, la fabrication des roues de véhicules de chemins de fer en acier laminé de M. Loos et montré combien ces roues étaient, malgré leur prix plus élevé, plus économiques que celles en fonte. Aussi n'est-il pas étonnant de voir l'emploi des roues de ce genre se répandre de plus en plus. C'est ainsi que M. Vaucrain, directeur des ateliers Baldwin, vient de décrire dans le journal du *Franklin Institute* de février, un procédé de fabrication de roues tirées de lingots d'acier pressés, puis finies au laminoir, comme dans le procédé Loos, à l'aide de mécanismes dont le rapport de M. Vaucrain ne nous donne malheureusement que des images amusantes, mais dont les résultats sont des plus intéressants. Les roues ainsi produites

(1) *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*, août 1903, p. 771. Rapport de M. Iauer et *Railroad Gazette*, 17 février 1905, p. 146. Rapport de M. Noltain.

sont des plus homogènes et régulières; leur bandage, venu de pièce avec le corps, ne se détériore presque pas par l'action des freins et des croisements, et dure beaucoup plus longtemps : 290 000 kilomètres au lieu de 130 000, de sorte que, malgré leur prix plus élevé : de 54 dollars au lieu de 18 pour une paire de roues de 840 millimètres, pesant chacune 305 kilogrammes au lieu de 270, leur prix de revient, aux 10 000 milles (16 000 kilomètres) parcourus, n'est que de 1 £ 43 au lieu de 1 £ 70 pour les roues en fonte.

Le problème de la **récupération de l'étain** des vieux fers-blancs est l'un de ceux qui ont tenté le plus d'inventeurs; l'utilité d'un procédé véritablement pratique saute aux yeux par l'importance de ces déchets qui, aux États-Unis seulement, atteignent jusqu'à 30 000 tonnes par an, dont 24 000 sont traitées en Amérique et le reste envoyé en Allemagne. Aussi crois-je intéressant de vous signaler, d'après le dernier numéro du journal de la *Chemical Society* de Londres (13 février, p. 121), un procédé qui s'y trouve décrit par M. M. Neil. Le principe de ce procédé consiste à traiter les déchets par une dissolution de chlorure ferrique bouillant qui transforme l'étain en chlorure d'étain et une partie du fer en chlorure ferreux; on retire le fer du bain dès que l'étain en est entièrement dissous, on le plonge dans un bain de pétrole pour le préserver de l'oxydation et on l'expédie en paquets aux forges qui l'utilisent. Quant à la dissolution stanno-ferro-chlorique, on la traite dans un bain électrolytique avec caisse extérieure en ciment et caisse intérieure en poterie poreuse renfermant une dissolution de chlorure ferreux provenant de la première opération. La dissolution à traiter circule entre les deux caisses. La cathode est en étain et l'anode en graphite; les cristaux d'étain se déposent sur la cathode et le chlore, dégagé à l'anode, transforme la dissolution en chlorure ferrique ultérieurement employé dans la première opération. La dissolution traverse une série de ces bains dont elle sort entièrement dépourvue de son étain.

C'est donc un procédé logique, continu et théoriquement simple, mais dont la pratique exige certaines précautions de détail, pour lesquelles je ne puis que vous renvoyer au mémoire original de M. Neil. Le courant employé est de 25 volts $\times$ 500 ampères, avec une densité de 60 ampères par centimètre carré d'électrodes. On retire environ 15 kilogrammes d'étain pur par 24 heures, avec un moteur d'environ 2 chevaux à la dynamo et 9 kilogrammes d'étain par tonne de déchet traité.

Je terminerai en vous signalant deux nouveautés intéressantes dues au savant physicien anglais *Oliver Lodge*.

La première est un **allumeur électrique pour moteurs à gaz** dont le principe consiste à relier le circuit secondaire d'une bobine d'induction aux deux électrodes d'un exploseur à boules en même temps qu'aux armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde. Les armatures extérieures de ces bouteilles, reliées entre elles par un corps mauvais conducteur : une corde mouillée par exemple, le sont aussi à un second exploseur, entre les boules duquel jaillissent les étincelles d'allumage. L'intérêt particulier de cet appareil est que les armatures extérieures des bouteilles de Leyde, restant au même potentiel, n'ont pas besoin d'être isolées de la masse du moteur pour que les étincelles d'allumage se produisent; elles se produisent même avec leur exploseur plongé dans l'eau, de sorte que les ratés d'allumage par encrassement des bougies, défauts de contact ou d'isolement, semblent absolument impossibles (1).

(1) *Revue électrique*, 15 février, p. 89.

La seconde nouveauté est constituée par les récents appareils de M. Lodge pour la dissipation des fumées, brouillards et poussières par les décharges de très hautes tensions. Ils sont basés sur ce principe, connu depuis longtemps, que les particules solides ou liquides en suspension dans un gaz tombent sous l'action de la pesanteur dès qu'on soumet ce gaz à l'action d'un champ électrostatique intense.

Avec des appareils très rudimentaires : un grand mât installé sur les toits de l'University College de Liverpool et muni de nombreuses pointes métalliques reliées à une machine électrostatique de Wimshurst, M. Lodge est parvenu à dissiper complètement un épais brouillard dans un rayon de 60 mètres autour du mât. Les nouveaux appareils de M. Lodge seront beaucoup plus puissants ; ils permettront de réaliser des potentiels de l'ordre du million de volts, constamment dans le même sens, au moyen de dynamos et des transformateurs à mercure à hautes fréquences de Cooper Hewitt. Les essais de ces nouveaux appareils ne sont pas encore publiés, mais les succès précédemment obtenus permettent d'espérer des résultats qui seront de la plus grande utilité, notamment pour la navigation et les chemins de fer, et d'un grand intérêt scientifique (1).

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT. — Sont nommés membres de la Société :

MM. Lecœuvre, ingénieur civil, directeur de la Compagnie royale asturienne, présenté par *M. Haureur* ;

Legrand, manufacturier, présenté par *M. C. Lavollée*.

CONFÉRENCE. — *M. Forestier* fait une conférence sur *la voiture automobile en 1904*.

M. le Président remercie vivement *M. Forestier* de sa très intéressante conférence, qui sera publiée au *Bulletin*.

Séance du 10 mars 1905.

Présidence de M. HUET, vice-président.

M. le Président fait part du décès de *MM. E. Guillaume*, de l'Institut, membre du Comité des Beaux-Arts de notre Société, et *W. Sellers*, de Philadelphie, ingénieur-mécanicien, membre correspondant du Comité de Mécanique. Il se fait, auprès des familles de ces messieurs, l'interprète des vifs regrets de leurs collègues.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. le Ministre de l'Instruction publique envoie une circulaire annonçant la tenue, à Alger, du 20 au 26 avril, du 46^e Congrès des Sociétés savantes, et donnant

(1) *Revue électrique*, 15 février, p. 93 ; *Scientific american*, 11 février, p. 121.

les instructions à suivre pour pouvoir y assister avec frais de voyage réduits.

M. L. Amelin, 32, rue Dauphine, demande un brevet pour un appareil de *médecine vétérinaire*. (Agriculture.)

M. L. Negre, 164, boulevard Baille, Marseille, demande un brevet pour un appareil de *tout à l'égout*. (Constructions.)

M. Versini, à Vico, demande le concours de la Société pour la construction d'un *automobile*. (Arts mécaniques.)

M. Cacheux présente une brochure de propagande intitulée : *Les habitations ouvrières à bon marché*. (Commerce.)

M. Coiseaux, président de la Société des ingénieurs civils de France, remercie la Société de la subvention accordée, sur sa demande, à *M. Testud de Beauregard*.

M. le ministre de l'Agriculture adresse des cartes d'entrée pour le *Concours général agricole de Paris*, qui se tiendra, dans la Galerie des machines du Champ-de-Mars, du 22 au 28 mars. Ces cartes sont acceptées avec remerciements.

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 413 du présent *Bulletin*.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale les nouveautés suivantes, parues pendant la dernière quinzaine :

Vous savez tous avec quelle peine le petit artisan et le petit commerçant luttent, en apparence vainement, contre l'immense usine, le colossal bazar ; vous le voyez chaque jour à Paris même ; et cette lutte n'est qu'un épisode de celle que soutient de plus en plus difficilement, pour son existence même, ce que l'on appelle encore la « classe moyenne ». La disparition de cette classe moyenne est l'un des grands espoirs du socialisme, parce qu'elle ne laisserait plus en présence, sans aucun tampon pour en amortir le choc, que deux forces ennemies : d'une part, un syndicat colossal de capitalistes et, de l'autre, un syndicat non moins formidable de salariés et de prolétaires, et, de la bataille inévitable entre ces deux puissances, sortirait peut-être enfin le bouleversement général nécessaire à l'avènement du collectivisme. Nous ne verrons probablement pas cette belle catastrophe, mais nous devons néanmoins nous intéresser à tout ce qui peut être tenté pour la retarder, si possible indéfiniment. C'est à ce titre que je vous signalerai tout particulièrement le rapport qui vient d'être édité par *M. Van Goethen*, à Gand, sur l'*Exposition internationale du petit outillage*, tenue l'été dernier, dans cette ville (1).

Cette exposition a eu pour objet de venir en aide aux petits patrons, petits artisans et petits commerçants « qui veulent rester indépendants et autonomes, comme par le passé, et vivre honnêtement en s'enrichissant, si possible, tout en rendant service à la société », et elle est venue à l'aide de ces indépendants en leur faisant connaître l'outillage technique dont ils peuvent disposer pour défendre leur indépendance.

Ce petit outillage avait été très heureusement défini par les promoteurs de l'expo-

(1) *Exposition internationale du petit outillage*, Gand. Juillet 1904. Rapports publiés sous la direction de *M. O. Pyffereen*. In-8°, 310 p. Gand, Librairie scientifique Van Goethen.

sition de Gand « comme l'ensemble des moyens de production — en dehors des matières premières — utilisables par les gens de métiers bourgeois ». Cet outillage est infiniment varié; il s'étend à presque tous les métiers bourgeois; il comprend en effet, entre autres, tout le matériel de l'étalage et du magasin: vitrines, casiers, échelles, machines à écrire et à calculer, caisses enregistreuses, balances, bascules, toute la petite machinerie du tapissier, du menuisier et de l'ouvrier façonneur en métaux, toute celle des petites et moyennes industries alimentaires: boucheries, charcuteries et boulangeries, cette dernière encore dans un état absolument barbare en général, et l'on pourrait allonger indéfiniment cette liste.

L'exposition de Gand a complètement réussi par le nombre de ses visiteurs et par celui des achats de machines de toute espèce, dont le chiffre, avec environ 80 exposants d'appareils peu coûteux, s'est approché du million, ce qui prouve que les intéressés ne connaissaient pas les appareils exposés, et qu'il a suffi de les leur montrer intelligemment pour en faire saisir toute l'utilité. Et cette exposition a encore réussi d'une autre manière. Parmi ces machines du petit outillage, quelques-unes sont trop coûteuses, comme les moteurs ou certaines machines à travailler le bois et les métaux; leurs prix élevés les interdisent à bien des artisans, auxquels elles seraient des plus utiles et apporteraient peut-être le salut. Il a fallu s'occuper de leur faciliter l'achat de ces machines coûteuses, et c'est ce que l'on a fait, en Allemagne, par la constitution de syndicats d'achats, qui achètent au comptant et revendent à leurs membres avec des facilités de paiement, et par la création d'ateliers communs, comme celui des artisans du bois, à Osnabruck, où les industriels d'un même métier se servent, au gré de leurs besoins, de machines achetées en commun et en paient le loyer suivant l'usage qu'ils en ont fait. Au bout de l'année, les bénéfices sont partagés au prorata de l'emploi des machines ou du loyer payé. L'exposition de Gand a fait connaître ces associations, et les excellents résultats qu'elles ont obtenus, notamment, pour la boulangerie, à Anvers et en différents autres points de la Belgique. Elle a fait connaître, en un mot, à côté de l'outillage des petits artisans, le moyen de se le procurer le plus avantageusement dans les cas difficiles, et ces associations d'achats se sont, depuis, rapidement répandues en Belgique.

Si je me permets d'insister ainsi sur cette rénovation technique de la petite industrie en Belgique, ce n'est pas seulement en raison de son intérêt général, mais en raison aussi de celui, tout spécial, qu'elle me semble présenter pour la petite industrie de Paris. Je crois qu'une exposition du genre de celle de Gand serait des plus utiles pour cette petite industrie. Et notez qu'il ne s'agit pas, ici, d'une exposition bluff, dans un palais immense, avec éclairage de féerie, foires et concerts, mais d'une exposition très restreinte et peu coûteuse (celle de Gand tenait dans à peu près 2000 mètres carrés), limitée aux objets véritablement intéressants du petit outillage de nos artisans qui, sans doute, n'en connaissent pas plus les ressources que ne les connaissaient leurs confrères de Belgique avant l'exposition de Gand.

Je vous ai signalé, dans notre séance du 9 décembre dernier (1), l'appareil de microphotographie en lumière ultraviolette de Kohler, dont vous trouverez la description complète dans le n° du 28 février dernier de la *Revue générale des Sciences*, de sorte que je suis tout naturellement amené à vous dire aujourd'hui quelques mots d'un

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1011.

progrès important réalisé par deux savants français, *MM. Cotton et Mouton*, dans ce domaine si intéressant de l'hypermicroscopie.

La principe de ce perfectionnement, déjà appliqué avec succès, dès 1903, 'par deux physiciens allemands, *MM. Siedentopf et Zsigmondy*, est celui de l'éclairement intense des objets sur un fond noir. Cet éclairement permet de voir nettement, même à l'œil nu, de très petits objets absolument invisibles avec l'éclairage ordinaire : par exemple les poussières d'une salle si vivement mises en lumière par un rayon de soleil. Le tout était de trouver un moyen simple de réaliser cet éclairement sur un fond noir. *MM. Cotton et Mouton* y sont arrivés en concentrant, par une lentille et par un prisme à réflexion totale, la lumière d'un petit arc électrique en un point minuscule, d'un diamètre voisin du micron, ou du millième de millimètre, de sorte que l'intensité spécifique de la lumière, en ce point, est presque celle même de l'arc. Ce point se trouve à la surface même du prisme à réflexion totale, dont l'autre face constitue le fond noir, et c'est sur ce point lumineux que l'on place le porte-objet, de sorte que l'objet à examiner se trouve éclairé d'une façon extrêmement intense.

Tel est le principe de cet appareil, applicable à presque tous les microscopes, mais dont la mise en œuvre comporte, évidemment, un certain nombre de détails et de précautions techniques, dont je ne saurais vous entretenir ici ; il me suffira de vous dire que ces détails et précautions ne compliquent en rien l'emploi de ce dispositif, actuellement mis tout à fait au point, de manière à en permettre l'usage dans tous les laboratoires, à peu de frais, et sans difficultés spéciales.

Quant aux résultats, ils sont véritablement extraordinaires. Auparavant, par les moyens habituels d'éclairement, on distinguait à peine le cinquième de micron, on soupçonnait parfois le dixième ; actuellement, on peut voir le millième de micron, ou le millionième de millimètre. Ceci ne veut pas dire que l'on distinguerait les uns des autres un million de bâtonnets serrés dans une longueur d'un millimètre ; l'éclairement, si intense qu'il soit, ne donne pas au microscope un pouvoir séparateur aussi fabuleux, mais on peut très nettement voir un objet d'un millième de micron isolé ou séparé de son voisin par un intervalle d'un dixième de micron par exemple.

Une émulsion d'argent colloïdal, qui, avec l'éclairement ordinaire, apparaît comme une tache grise uniforme, se montre, avec l'éclairement intense, sous l'aspect merveilleux d'un morceau de voie lactée se détachant sur un ciel magnifique, avec d'innombrables étoiles tourbillonnant les unes autour des autres en des trajectoires rythmées, d'une régularité parfaite ; ce sont les particules d'argent animées de ce mystérieux mouvement brownien qui donne à la matière colloïdale une apparence de vie.

On reconnaît les particules du bromure d'argent sur les plaques de gélatine les plus fines ; le verre coloré par de la poussière d'or apparaît aussi comme un ciel étoilé.

Des microbes jusqu'à présent invisibles se révèlent, comme celui de la fièvre aphteuse et de la péripneumonie des bovidés, comme bientôt, peut-être, celui de la fièvre jaune, qui traverse tous les filtres. Toute extension de la science dans le champ des infiniment petits est évidemment d'une extrême importance, bien au delà de ses applications industrielles immédiates, qui aussitôt, d'ailleurs, se présentent en foule. L'appareil de *MM. Cotton et Mouton*, connu de quelques spécialistes seulement, et bien au point aujourd'hui pour son utilisation dans tous les laboratoires, méritait donc, à tous égards, de vous être signalé comme des plus remarquables et de la plus haute portée scientifique, médicale et industrielle.

Comme complément au mémoire de M. Gimson, sur les *ateliers américains*, que je vous ai signalé dans notre séance du 10 février dernier, j'attirerai votre attention sur un travail que vient de publier, dans la dernier *Bulletin des écoles d'arts et métiers*, M. P. Desforges, récemment envoyé en mission aux États-Unis par le ministère du Commerce. Ce travail, intitulé : *L'industrie mécanique en Amérique*, renferme, sur l'organisation des ateliers américains, une foule de détails intéressants, auxquels je ne puis que vous renvoyer, en insistant tout particulièrement sur l'organisation, que vous y trouverez décrite, de l'apprentissage, notamment aux ateliers de Baldwin, de Brown et Sharpe et de Westinghouse. On ne fait plus d'apprentis en France : bien des causes, certaines lois notamment s'y opposent presque irrésistiblement, et c'est un grand malheur, car c'est de l'apprentissage que sortent les bons ouvriers et les bons artisans de la petite industrie. Chez les Américains, qui en ont bien compris la nécessité absolue, cet apprentissage ne se borne pas à la formation des ouvriers, des contremaîtres et des chefs d'ateliers, il s'étend aussi, et très méthodiquement, à la formation des ingénieurs mêmes. Cet apprentissage est doublé, pour les apprentis ouvriers et monteurs, d'une instruction professionnelle donnée par la maison même qui les forme, c'est-à-dire le mieux possible en vue de cette formation. Aux ateliers Westinghouse, il y a deux catégories d'apprentis : l'une prépare des ouvriers, des monteurs et des chefs d'équipe; l'autre complète l'instruction pratique des jeunes gens, sortant presque désarmés des écoles techniques, pour en former des ingénieurs électriciens et des chefs de service. Cette catégorie d'apprentis comprend environ 200 places; toutes les écoles techniques d'Amérique y sont représentées; les étrangers y sont également reçus; il en vient de partout, excepté de France. Ces apprentis sont soumis aux mêmes règles que les ouvriers, et payés : la première année, 80 centimes l'heure et la seconde, 90 centimes; l'apprentissage dure deux ans, suivant un programme très bien conçu. Au sortir de ces deux années, un jeune homme a véritablement une valeur immédiatement utilisable et se case sûrement; il sait se conduire lui-même, commander à des ouvriers et prendre une responsabilité.

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — MM. Colmet-Dadgé (*Gaston*), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, présenté par MM. Huet et Le Chatelier.

Sorel (*Paul*), présenté par M. Gustave Richard.

Janvier (*Charles*), chef d'escadron d'artillerie en retraite, présenté par M. Le Chatelier.

Prud'homme, chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, présenté par M. Le Chatelier.

Heyn, directeur de la Société de constructions du Nord de la France, présenté par MM. Gruner et Dupuis.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications de MM. Bernes, sur les *Échafaudages rapides* ;

Guillaume, sur les *Applications scientifiques des aciers au nickel*.

M. le Président remercie vivement MM. Bernes et Guillaume de leurs intéressantes communications, qui seront insérées au *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

Les industries insalubres (n° 12 802 de notre bibliothèque). Léna, 1903.

C'est une suite de rapports publiés au nom de l'International Arbeitsamts, sur les dangers des industries insalubres et les moyens de les prévenir, particulièrement dans l'industrie des allumettes et les industries qui emploient les couleurs de plomb. M. le professeur *Étienne Bauer*, directeur de l'Association, expose, dans une préface remarquable, le développement historique de la protection des ouvriers dans les industries insalubres, et les diverses législations existantes ; il les étudie plus spécialement en ce qui concerne les industries qui traitent le phosphore et les couleurs de plomb. Les différents rapports sont signés des noms les plus autorisés, parmi lesquels je me bornerai à citer le professeur *Matsuzaki*, de Tokio. Pour la France, *M. Leclerc de Pulligny* et *M. E. P. Bérard*, membre du Conseil d'administration de notre Société. Le premier a traité de la fabrication des allumettes et de l'emploi du plomb et des préparations à base de plomb en France, et le second des lois françaises régissant le travail dans les industries insalubres. A un moment où la question de la peinture au blanc de plomb ou au blanc de zinc passionne, à si juste titre, tant d'esprits en France, l'entrée de ce précieux volume de rapports dans nos collections doit être tout particulièrement signalée.

L'orchestration des couleurs, par JEAN D'UDINE (n° 12 811 de notre bibliothèque). Paris, A. Joanin et C^{ie}, 1903.

Je suis heureux de pouvoir signaler l'hommage qui vient de nous être fait de l'ouvrage de M. Jean d'Udine sur l'analyse, la classification et la synthèse mathématiques des sensations colorées. J'ai consacré, dans le numéro de décembre du *Bulletin*, p. 1014, quelques pages aux questions d'optique physiologique, à propos de l'œuvre de Charles Lacouture ; j'ai noté les ouvrages relativement nombreux que nous possédons, et c'est un plaisir pour moi d'accueillir avec des paroles de bienvenue cette nouvelle entrée.

M. Jean d'Udine présente au public une théorie nouvelle des couleurs, « un système de nomenclature des couleurs logique et précis, universel et international », qui, jusqu'à présent, dit-il, faisait absolument défaut dans le commerce. J'ai cité les solutions qui ont été proposées aux problèmes de l'optique physiologique par Chevreul, Helmholtz, Rood, Rosenstiehl, Ch. Henry, Steinheil. En lisant l'ouvrage de M. d'Udine, je me suis laissé aller à me demander si l'auteur était bien au courant des travaux qui ont précédé le sien. Mais je ne veux pas ici analyser et étudier le système qu'il propose, car il faudrait pour cela un long espace. Je me borne à dire que son système,

réserve faite de quelques erreurs de principe, comme la définition de la couleur, rattachée d'une façon trop exclusive à l'influence de la lumière, et comme l'assertion que la cause physiologique et la cause physique des couleurs complémentaires sont scientifiquement connues, mérite de fixer l'attention et l'étude de tous ceux qui s'occupent des problèmes si passionnants de l'optique physiologique.

L'énergie hydraulique et les récepteurs hydrauliques, par V. MASONI (Encyclopédie industrielle Lechalas). Paris, Gauthier-Villars, 1905 (n° 12 809 de notre bibliothèque).

Peu de savants étaient autant désignés que le directeur de l'Institut d'hydraulique à l'École royale des ingénieurs de Naples, pour exposer les principales questions concernant l'énergie mécanique des courants d'eau et les six grandes classes de récepteurs hydrauliques qui permettent d'utiliser leurs forces motrices : Roues, turbines, machines à colonne d'eau, récepteurs-opérateurs à piston, béliers, éjecteurs hydrauliques. On doit considérer cet ouvrage comme partie d'un cours d'hydraulique appliquée. C'est une vulgarisation des connaissances qui se rapportent à l'utilisation des chutes d'eau, et leur emploi se développe si rapidement de nos jours que l'œuvre de M. V. Masoni sera lue avec le plus grand intérêt par tous ceux qui étudient ces questions.

Guide du couvreur plombier-zingueur, par V. PRÉCIS. Première partie : La couverture (n° 12 801 de notre bibliothèque). Paris, Lucien Laveur, 1905.

Ce guide est l'œuvre d'un maître-ouvrier plombier à l'École Théophile Roussel, de Montesson (Seine). Pendant les vingt-cinq années que M. V. Précis a passées dans l'industrie du bâtiment, il a pu constater à quel point les ouvriers travaillent avec peu de méthode. Et au cours de l'accomplissement de ses fonctions à l'École Théophile Roussel, il a pu constater d'autre part, qu'il n'existe pas d'ouvrage pratique sur la plomberie-couverture. Le présent guide a pour but de donner aux apprentis et aux ouvriers un petit cours, amenant progressivement au travail complet. Il est écrit dans le langage du métier, ce qui est une qualité de plus. Les propriétaires qui font construire le liront avec un grand profit, car les questions de couverture sont fort complexes, vu la variété des matériaux auxquels on a recours : zinc, tuiles, ardoises, etc.

La Technique des courants alternatifs, à l'usage des Électriciens et des Ingénieurs, par GIUSEPPE SARTORI (n° 12 571 et 12 782 de notre bibliothèque). Paris, V^{re} Ch. Dunod, 1905.

Le second volume de cet ouvrage du professeur d'Électrotechnique à l'Institut royal technique supérieur de Milan est consacré aux développements et aux calculs pratiques. Le premier volume, publié en 1904, comprenait l'exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif. La traduction est de la plume si autorisée de M. J. A. Montpellier, rédacteur en chef du journal *L'Électricien*.

Cours de mécanique appliqué aux machines, par J. BOULVIN. 3^e fascicule. **Théorie des machines thermiques**. 5^e édition. Paris, E. Bernard, 1905 (n° 12 726 de notre bibliothèque).

M. J. Boulvin, le directeur bien connu des constructions maritimes de l'État Belge, nous donne une seconde édition de son Cours de mécanique appliqué aux machines. L'ouvrage a été couronné par l'Académie des sciences de Paris; citer le nom de l'auteur, n'est-ce pas d'ailleurs dire quelle est sa valeur? Les développements de cette deuxième édition étaient rendus nécessaires par les progrès accomplis depuis dix ans dans les machines thermiques.

La théorie de l'écoulement des fluides, et en particulier des vapeurs, a été rectifiée et complétée pour s'adapter à l'étude des turbines, à laquelle une place importante a été faite. La théorie de la vapeur d'eau surchauffée a été étendue et présentée de manière à permettre l'analyse des machines fonctionnant au moyen de ce fluide. Les cycles des machines à gaz ont été étudiés non seulement en supposant aux chaleurs spécifiques des valeurs constantes, mais au moyen des valeurs trouvées, par MM. Mallard et Le Chatelier.

Les résultats obtenus par la mesure directe de la température des parois des cylindres à vapeur et les déductions qu'en a tirées M. Nadal constituent peut-être le progrès le plus important apporté à la théorie de la machine à vapeur dans la dernière décade. Nous n'avons cependant pu qu'en donner un extrait, n'ayant pas trouvé le moyen de résumer les méthodes d'intégration employées par M. Nadal.

Dans la première édition, nous avons fait un emploi systématique du diagramme *entropie-température*, notamment d'un tracé condensant ses relations avec le diagramme dynamique et qui permet de les déduire l'un de l'autre. Nous avons encore étendu l'usage de ce mode de représentation en faisant disparaître la difficulté qui se présente chaque fois que, le fluide n'étant pas isolé dans le cylindre, la notion de son entropie disparaît. Le diagramme entropique ne sert dans ce cas, grâce à des propriétés nouvelles que nous avons établies, qu'à représenter les quantités de chaleur qui figurent dans le principe de l'équivalence, et il n'est plus nécessaire de substituer aux opérations réelles des opérations fictives, substitution qui demande un certain effort d'esprit.

Nous avons été puissamment encouragé à persévérer dans la voie suivie, par la faveur que nos méthodes ont rencontrée dans plusieurs écoles techniques de divers pays, et par l'attention que leur ont accordée de nombreux ingénieurs et savants, parmi lesquels nous nous plaisons à citer MM. Haton de la Goupillière, Bertin, Sauvage, Lelong, Rateau, Witz, le professeur W.-C. Unwin, le professeur Goodman de Leeds, le professeur Schröter et le docteur Koob, de Munich.

Leçons sur l'électricité, par ERIC GÉRARD. Tome II (n° 12 800 de notre bibliothèque). Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Les Leçons sur l'électricité, que M. Eric Gérard, directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore annexé à l'Université de Liège, professe avec tant d'éclat, sont arrivées à leur 7^e édition, et c'est dire tout le cas que les ingénieurs et les industriels en font. Le tome II de cette 7^e édition est tout particulièrement intéressant, parce qu'il renferme l'exposé des applications si nombreuses de l'électricité à la télégraphie, à la téléphonie, à l'éclairage, à la production et à la transmission de la puissance motrice, à la traction, à la métallurgie, à la chimie industrielle: production électrolytique du

chlore, des chlorates, de l'oxygène, de l'ozone, de l'acide nitrique, des carbures de calcium et de silicium. Cet exposé est précédé d'une étude générale des transformateurs des canalisations électriques, dont on retrouve ensuite la spécialisation aux cas des télégraphes, des lampes et des tramways.

Ce tome II forme un gros volume de 900 pages et 432 figures. Avoir dit que c'est la 7^e édition nous dispense de tout autre éloge. Mais de l'avant-propos si suggestif de M. Éric Gerard, nous tenons à citer quelques lignes :

Étudier les applications, dit-il, est le plus sûr moyen de se pénétrer de la théorie ; elles en constituent la pierre de touche et font disparaître les obscurités que les abstractions ont pu laisser dans l'esprit. N'est-ce pas à l'intervention de lord Kelvin dans l'industrie des câbles sous-marins qu'est due la théorie de la propagation des courants dans ces conducteurs ? L'art de l'Électrotechnique a eu le privilège d'exciter l'imagination des inventeurs au point que les solutions données aux problèmes pratiques ont surgi avec une fécondité surprenante dans ces dernières années... Ma préoccupation a été de chercher à dégager, au milieu de cette richesse d'informations, des préceptes généraux destinés à guider les ingénieurs. Fidèle à la méthode adoptée dans le premier volume, j'ai, chaque fois que l'occasion s'en est offerte, indiqué la voie à suivre dans la conception des projets d'installations.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1905

BOSHECK WILHELM. — **Die Florgewerbe.** Teppisch, Plüsch, Samt, Frottierstoffe, u.s.w. Ihre Theorie und Praxis, in der mechanischen Weberei, 230-160, VIII-143 S., 222 Abb. Wien, A. Hartleben, 1905. **12 799**

GERARD ERIC. — **Leçons sur l'électricité**, professées à l'Institut électrotechnique Montefiore de Liège, 7^e éd., tome II. Transformateurs, canalisation et distribution de l'Energie électrique, applications de l'électricité, 250-165, VIII-888 p., 432 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12 800**

PRÉCIS (V.). — **Guide du couvreur plombier-zingueur.** 170-110, 1^{re} partie : La couverture; x-320 p., 410 fig. Paris, Lucien Laveur, 1905. **12 801**

Association internationale pour la protection légale des travailleurs. — **Les industries insalubres.** Rapports sur leurs dangers et les moyens de les prévenir, particulièrement dans l'industrie des allumettes et celles qui fabriquent ou emploient des couleurs de plomb. Préface par le prof. Etienne Bauer. 245-165, LX-460 p. Iéna, Gustave Fischer, 1905. **12 802**

WADNER C. W. AND BURGESS G. K. — **Optical pyrometry** (*ex* Bull. Bureau of standards). 255-160, pp. 189-254, 16 fig. Washington, Government printing office, 195. **12 805**

FORCRAND (R. DE). — **Cours de chimie** à l'usage des étudiants du P.-C.-N. 230-145, tomes I et II, IV-325 et 317 p., 19 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12 806 et 12 807**

Exposition internationale du petit outillage, Gand, juillet 1904. Rapports publiés sous la direction de O. Pyfferoen. 250-160, 339 p., fig. Gand, van Goethem, 1904. **12 808**

MASONI (U.). — **L'énergie hydraulique et les récepteurs hydrauliques.** (Encyclopédie industrielle Lechallas.) 255-165, 320 p., 207 fig. Paris, Gauthier-Villars. **12 809**

SOUCHON (ABEL). — **La construction des cadrans solaires.** Ses principes, sa pratique. Précédée d'une Histoire de la gnomonique, 230-140, VIII-52 p., 2 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12 810**

UDINE (JEAN D'). — **L'orchestration des couleurs.** Analyse, classification et synthèse mathématiques des sensations colorées, 245-155, 216 p., 50 fig., 10 pl. en couleurs. Paris, A. Joanin et C^{ie}, 1903. **12 811**

Titres et travaux scientifiques du docteur Nestor Gréhant. 255-165, 115 p., 4 pl. Paris, Félix Alcan, 1905. **12 812**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Février au 15 Mars 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colo- rantes.
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining En- gineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens élèves des écoles des arts et métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électri- ciens (Bulletin).
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bul- letin).	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten- Vereins.
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	

AGRICULTURE

- Agriculture en Russie.* *Ag.* 4 Mars, 336.
Blés gelés en terres humides. *Ap.* 2 Mars, 272.
Caoutchouc. Deux lianes caoutchoutières nouvelles (Wildemann). *CR.* 20 Fév., 515.
Caféier nouveau de l'Afrique centrale (Chevalier). *CR.* 20 Fév., 517.
Coton, culture dans les colonies. *Ef.* 24 Fév., 253.
Engrais. Flore microbienne du sol. Rôle des bactéries (Grandeau). *Ap.* 2 Mars, 269.
 — Nitrification, découverte de ses véritables causes (Grandeau). *Ap.* 9 Mars, 300.
 — développement de la technique dans l'industrie des (Klippert). *ZaC.* 3 Mars, 321.
Grêle. Action des canons paragrêles. *Ag.* 25 Fév., 293.
Irrigation au Punjab. *Ef.* 17 Fév., 157.
Kakis du Japon. *Ag.* 18 Fév., 259.
Labourage par treuil automobile Castelin. *Ap.* 9 Mars, 312.
Lait. Recherche du mouillage par le réfractomètre (Cothureau). *ScP.* 20 Fév., 234.
 — Laiterie américaine (Lezé). *Ap.* 9 Mars, 303.
Lupin. Culture en Sologne. *Ag.* 18 Fév., 252.
Orge de brasserie. Sa culture (Schribaux). *Ap.* 9 Mars, 301.
Plantes fourragères des prés naturels pendant les sécheresses. *Ag.* 25 Fév., 331.
Pommiers. Chaulage des. *Ap.* 2 Mars, 274.
Poule de Brama. *Ap.* 2 Mars, 280.
Pommes de terre. Culture continue. *Ag.* 25 Fév., 338.
Tabac. Rouille blanche (Delacroix). *CR.* 6 Mars, 678.
Vigne. Taille Dezeimeris en Suisse. *Ag.* 11 Mars, 381.
 — Composition des eaux-de-vie de vin (Rocques). *CR.* 20 Fév., 511.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** de l'Afrique Occidentale française. *Ef.* 4 Mars, 293.
 — Américains, nouveaux courants de tarifs. *Ef.* 11 Mars, 325.

- Chemins de fer** Allemands. Statistique de 1902. *Rgc. Mars*, 194.
 — du Liverpool-Southport. *Ry. Rgc. Mars*, 217.
 — de la Valteline. *VDI.* 4, 11 Mars, 350, 394. *Rgc. Mars*, 180. *Ie.* 10 Mars, 107.
 — Électriques. Métropolitain de Londres. *Ef.* 17 Fév., 160.
 — de New-York. Station centrale. *VDI.* 4 Mars, 342.
 — Westinghouse. *Gc.* 11 Mars, 301.
 — Utilisation du courant alternatif. Méthodes diverses (Steinmetz). *EE.* 11 Mars, 395.
Automotrices du Bary. *Ry. Ef.* 24 Fév., 186.
Attelages automatiques en Amérique (Gibbes). *BCC. Fév.*, 625.
Éclairage électrique des trains Aichele. *Gc.* 18 Fév., 258 (Valbreuze). *EE.* 11 Mars, 361.
 — chauffage et ventilation des trains (Dudley). *BCC. Fév.*, 765.
Freins. Essais de freinage sur l'État bavarois. *Rt.* 25 Fév., 129.
Locomotives-tender. Déraillements. *Ef.* 17, 24 Fév., 167, 172, 193. *E.* 24 Fév., 252.
 — — G. couplées du Furness. *Ry. E.* 3 Mars, 279. Pour le Japon. *Ef.* 10 Mars, 238.
 — à l'Exposition de Saint-Louis. *VDI.* 11 Mars, 388.
 — Essais de vitesse. *Rgc. Mars*, 227.
Rails des voies de trains rapides (Dudley). *BCC. Fév.*, 791.
Traverses de bois. Choix des essences, procédés de conservation (Kendrick). *BCC. Fév.*, 659.
Wagons à décharge automatique Talbot. *Gc.* Mars, 292.
 — Citernes pour goudrons (Carulla). *Cs.* 28 Fév., 185.
 — Oscillations sur leurs ressorts (Marié). *CR.* 6 Mars, 637.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles.** Exposition de Londres. *E.* 17, 24, Fév., 207, 243. *Ef.* 17 Fév., 162.
 — — de Saint-Louis. *Dp.* 4, 11 Mars, 136, 151. *Va.* 25 Fév., 117.

Automobiles de Paris, 1904. *Rc.* 18 Fév., *Ge.* 4, 11 Mars, 83, 94. *Ge.* 18, 23 Fév., 249, 272.

- — de Saint-Louis. *Dp.* 18 Fév., 101.
- véhicules à 6 roues. *Va.* 23 Fév., 121.
- à pétrole Thornycroft. *E.* 17 Fév., 208.
- — Winton. (*id.*) 207.
- — Mathis. *Va.* 4 Mars, 137.
- — Cornu. (*id.*), 142.
- — inversable Stabilia. *Va.* 23 Fév., 123.
- — camion de 2 tonnes. *E.* 17 Fév., 169.
- — omnibus Servens du Great Western. *E.* 3 Mars, 224.
- à vapeur, chaudières instantanées (Beckford). *E.* 10 Mars, 303.
- Différentiel. Fonctionnement du (Petot). *CR.* 20 Fév., 497.
- Adhérence à la vitesse limite des voitures de courses. *Va.* 23 Fév., 113.
- Dérapage et fringalade. *Va.* 19 Fév., 104.
- Éclairage électrique Eyquem. *Va.* 19 Fév., 100.
- Limousine pliante. *Va.* 19 Fév., 106.
- Suspension Acros. *Va.* 19 Fév., 110.
- — Douillet. *Va.* 11 Mars, 14.
- Roues élastiques. Effort de traction (Zodd). *E.* 17 Fév., 173, 11 Mars, 235.
- — pneumatiques réparation des. *Va.* 11 Mars, 149.

Tramways et auto-omnibus. *E.* 17 Fév., 168.

- électriques transmissions par vis sans fin. *Ge.* 11 Mars, 303.
- — Trolley contrôleur. *Rgc.* Mars, 226.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acide sulfurique. Récupération des déchets. (Rarous). *Revue scientifique*, 11 Mars, 303.

Acoustique des salles de théâtre. Moyens de l'étudier (Exner). *ZOI.* 10 Mars, 141.

Alcools primaires, secondaires et tertiaires, méthodes de distinction (Sabatier et Senderens). *ScP.* 3 Mars, 263.

Béryllium et **Glucinium** (Parsons). *CN.* 17 Fév., 75.

Bichromates alcalins, fabrication (Beltzer). *RCp.* 19 Fév., 81.

Tome 107. — Mars 1905.

Brasserie. Divers. *Cs.* 15, 28 Fév., 144, 204.

Céramique. Divers. *Cs.* 15, 28 Fév., 132, 197.

Chaux et ciments. Divers. *Cs.* 15 Fév., 133.

— Fours rotatifs pour ciment. *RdM.* Mars, 173.

— Essai à chaud des ciments Portland. *Le Ciment.* Fév., 17.

— Portland. Nouvelles usines. *RdM.* Mars, 170.

— Fabrication en Amérique. *VDI.* 11 Mars, 381.

— Solubilité du sulfate de chaux et hydratation du Portland. (Rohland). *ZaC.* 3 Mars, 327.

Chrome. Acide perchromique et perchromates (Reid). *CN.* 3 Mars, 98.

Corps gras. Divers. *Cs.* 15 Fév., 141.

— En 1904 (Fahrión). *ZaC.* 10 Mars, 369.

Cristallographie. Groupements cristallins (Friedel). *In.* 1905 (I), 127.

Distillerie. Étalons de pureté pour les liquides distillés ou fermentés (Schedrowitch). *Cs.* 28 Fév., 176.

Essences et parfums. *Cs.* 15 Fév., 149.

— huiles essentielles et chimie des terpénies (Gerber). *Ms.* Mars, 183.

Étain. Récupération de l' — du fer-blanc (Neil). *Cs.* 15 Fév., 121.

Éther de pétrole et vaseline (Adam). *ScP.* 3 Mars, 274.

Europium. Son spectre ultra-violet (Crookes). *CN.* 10 Mars, 109.

Fluor liquide. Action du méthane (Moissan et Chavannes). *CR.* 13 Fév., 407.

— Spectre des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique (Fabry). *CR.* 27 Fév., 578.

Gaz. Densité des. Précision qu'elle comporte (Leduc). *CR.* 6 Mars, 642.

Gadolinium. Spectre ultra-violet (Crookes). *RSL.* 24 Fév., 420.

— Poids atomique (Urbain). *CR.* 27 Fév., 583.

Hydrogénation et dédoublement moléculaire. Nouvelles méthodes fondées sur l'emploi des métaux divisés (Sabatier et Senderens). *AcP.* Mars, 319.

Laboratoire. Divers. *Cs.* Fév., 152.

— Dosage électrique du cuivre (Richard et Bisbee). *Ms.* Mars, 201.

— de l'or (Miller). (*id.*), 208.

- Laboratoire.** Dosage rapide de l'acide borique (Schaak). (*id.*), 206.
 — — volumétrique du fulminate de mercure (Browdson). (*id.*), 207.
 — — du manganèse par le procédé au persulfate (Sudert). (*id.*), 213.
 — — de petites quantités de brome et de chlore (Tatlock, et Thomson). *Cs.* 28 Fév., 187.
 — analyse physico-chimique de la terre arable (Lagatu). *CR.* 6 Mars, 669.
 — — qualitative permettant de déterminer la présence de certains oxydes métalliques (Tichborne). *CN.* 20 Mars, 110.
 — méthodes d'échantillonnage (Griffin). *Cs.* 28 Fév., 183.
 — préparation des solutions volumétriques (Worden et Molion). *Cs.* 28 Fév., 178.
Molybdène hydrates acides (Rosenhein et Davidson). *CN.* Fév., 73.
Optique. Objectifs symétriques, théorie (Chalmers). *RSL.* 21 Fév., 396.
 — constantes optiques de l'œil pour différentes couleurs (Hastings). *American journal of Science.* Mars, 203.
Osmium. Osminitrates et nitrate d'osmium (Wintrebert). *CR.* 27 Fév., 383.
Papier. Divers. *Cs.* 15 Fév., 148.
 — Essai de la pâte de bois (Lester). *Cs.* 28 Fév., 171.
Perborates (les) (Bruhat et Dubois). *CR.* 20 Fév., 306.
Pétroles phosphorescents. *CN.* 13 Fév., 126.
 — — Éther de l'huile de vaseline et vaseline (Adam). *Pe.* 1^{er} Mars, 241.
Phosphorescence du phosphore (Jungfleisch). *CR.* Fév., 444.
Quartz. Module d'élasticité torsionnelle des fibres et coefficient de température (Horton). *RSL.* 401.
Résines et vernis. Divers. *Cs.* 15 Fév., 142.
Soie artificielle. Viscose (Irlee). *MC.* 1 Mars, 63.
Sulfates eupro-ammoniacaux (Horn et Taylor). *CN.* 17 Fév., 71, 3, 10 Mars, 100, 142.
Sulfites, oxydation par l'iode dans les dissolutions alcalines (Ashleg). *American journal of Science.* Mars, 237.
Tannerie. Divers. *Cs.* 15 Fév., 143.
Teinture. Divers. *CN.* 13, 28 Fév., 128, 192.
MC. 1 Mars, 67.
 — Matières colorantes nouvelles. *Revue des (Reverdin).* *Ms.* Mars, 194.
Thermomètres et pyromètres, applications industrielles (Whipple). *E.* 17 Fév., 226.
 — — Avertisseur thermostatique Darwin. *E.* 10 Mars, 329.
Thorium inactif (Basserville et Zerbán). *CN.* 18 Fév., 74.
Verre. Fabrication au four électrique. *Elé.* 18 Fév., 103.
 — Coloration par les radiations solaires et autres (Crookes). *CN.* 17 Fév., 73.
- COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE**
- Allemagne** économique en 1604. *Ef.* 18 Fév., 215.
 — Nouveaux traités de commerce, 1906 à 1917. *Ef.* 11 Mars, 324.
Assurances. Monopolisation par l'État. *Ef.* 18 Fév., 213, 225.
 — contre les risques communaux. *Ef.* 4 Mars 291.
Brevets pour l'industrie chimique. Organisation nouvelle (Bonnet). *Rep.* 19 Fév., 69.
Bien de famille (le). *Ef.* 11 Mars, 328.
Corps de métier en Autriche après vingt ans (Brantz). *Rso.* 1^{er} Mars, 349.
États-Unis. (Expansion des) sur l'Atlantique et le Pacifique. *Ef.* 25 Fév., 249.
 — Immigration et unité nationale. *Rso.* 1^{er} Mars, 389.
France. Postes, ports réduits. *Ef.* 18 Fév., 217.
Inde. Recensement de 1901. *SA.* 3 Mars, 375.
Institutions de prévoyance sur les chemins de fer anglais (Rubenack). *BCC.* Fév., 951.
Maroc. Sol et géologie (Meunier). *Revue Scientifique.* 4-11 Mars, 237, 296.
Monnaies. Réformes monétaires : Philippines, Colombie, Mexique, Panama. *Ef.* 4 Mars, 288.
Obligations à lots. Projet de multiplication des. *Ef.* 11 Mars, 321.
Petite industrie. Outillage et avenir. *Ef.* 4 Mars, 289.

- Trade unions* anglaises. Nouvelles tendances. *Rso.* 1^{er} Mars, 368.
Travailleurs du bois, à Dantzig. (Schirmacher).
Musée social. Février.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Béton armé.* Constructions en Russie (Kareischa) et en Amérique (Wallace). *BCC.* Janv., 463 et Fév., 1059.
Chauffage (le). (Deny). *Ban.* Fév., 129.
Colonnes. Résistance des. (Kirsh). 201. 17 Fév., 93.
Froid. Emploi pour les fondations. *Rt.* 25 Fév., 151.
Incendies dans les constructions temporaires. *E.* 17 Fév., 220.
 — Services continentaux. *E.* 24 Fév., 235; 10 Mars, 303.
 — du Long Acre. *E.* 3 Mars, 287.
Ponts. Suspendus. Suppression des bois. *Ge.* 18 Fév., 253.
 — passerelle du pont d'Austerlitz. *Ri.* 23 Fév., 73.
 — Anatomie des ponts (Thorpe). *E.* 3 Mars, 267.
 — Théorie des poutres. (Schlinek). *Société d'Encouragement de Berlin.* 6 Fév., 95.
Routes en pierres cassées. *E.* 17 Fév., 203.
Tunnel du Simplon. *E.* 24 Fév., 254; *E.* 3 Mars, 213.
Voirie. Tonneau d'arrosage automobile de la Ville de Paris. *Ge.* 11 Mars, 297.

ÉLECTRICITÉ

- Accumulateurs.** N. S. *Ré.* 18 Fév., 68; *Eit.* Va. 25 Fév.
Applications de l'électricité à l'industrie (Snell). *E.* 10 Mars, 250.
Bobines d'induction médicales. Courbe des courants. *Re.* 28 Fév., 105.
Commutatrices et permutatrices (Rougé). *Re.* 28 Fév., 07.
Condensateur Mosenki. *Re.* 15 Mars, 160.
Distribution. Calcul d'un réseau (Legros). *EE.* 25 Fév., 311.
 — Résistance et courant (Heilbrun). *Ie.* 10 Mars, 109.
 — à courants continus dans les villes américaines (Dow). *Re.* 28 Fév., 109.

- Distribution.** Transmission à 70000 volts. Essai (Hirschauer). *EE.* 25 Fév., 315.
 — Protection contre les surtensions dans les réseaux de transport d'énergie (Dusaugy). *Sie.* Fév., 101.
 — Régime futur à Paris. *Ie.* 25 Fév., 77; *Re.* 15 Mars, 129-154.
 — Surélévation de tension dans les lignes. *EE.* 4 Mars, 346.
 — Lignes à hautes tensions. Difficultés d'exploitation. *Re.* 28 Fév., 108.
Dynamos. Puissance fournie par deux alternateurs en parallèle (Guilbert). *Rt.* 25-10 Fév., 107, 166.
 — Acycliques homopolaires. *Ie.* 10 Mars, 103.
 — Alternateurs. Réglage des (Guilbert). *EE.* 4 Mars, 339.
 — Force électromotrice efficace des triphasées. Calcul (Muller). *EE.* 11 Mars, 375.
Moteur sérié compensé, théorie (Bethenod). *EE.* 18 Fév., 250; Shunt compensé (*Id.*), 4 Mars, 321.
Éclairage. Arc. Variations, dans une période, du flux émis par un arc sur courants alternatifs (Léonard). *EE.* 18-25 Fév., 241, 287; 4 Mars, 326.
Incandescence. Lampe au tantale. *EE.* 18 Fév., 273.
 — Suspension Lea. *E.* 3 Mars, 293.
Électro-Chimie. Électrolyse d'acides organiques par courant alternatif (Brochet et Petit). *CR.* 13 Fév., 442.
 — des bromures alcalins. *Re.* 28 Fév., 119.
 — Tableau de distribution pour recherches électro-chimiques. *Zac.* 3 Mars, 331.
 — Divers. *Cs.* 15-28 Fév., 139, 201.
Horlogerie. Distribution électrique de l'heure à Anvers. *Elé.* 25 Fév., 113.
Isolements. Mesure par la méthode de la perte de charge (Revillod). *EE.* 11 Mars, 366.
Mesures. Fluxmètre et hystérésigraphe Blondel et Grassot. *EE.* 18 Fév., 268.
 — Dynamomètre Papalexî pour oscillations électriques rapides. *EE.* 11 Mars, 395.
 — Viscosité magnétique des aciers doux. Influence sur les méthodes de mesure (Jouaust). *EE.* 18 Fév., 271.

Mesures. Instruments à lecture directe. *Elé.* 24 Fév., 122.

— Détermination des coefficients de self-induction. *EE.* 24 Fév., 318.

— Ampèremètre thermique pour courant de très faible intensité (Fleming). *Re.* 28 Fév., 122.

— — Carpentier. Application à la mesure des puissances et des décalages (Joly). *Sie. Fév.*, 101.

— Compteur à induction Aron. *Elé.* 11 Mars, 145.

Régulateur automatique de tension à contacts liquides. *Elé.* 24 Fév., 120.

Stations centrales de Gromo (Italie). *Elé.* 4-11 Mars, 129, 148.

— Communication avec les sous-stations Scheedy et Curphey. *EE.* 11 Mars, 375.

Télégraphie. Bureau central de télégraphie privée de Berlin. *Elé.* 18 Fév., 97.

— télégraphe imprimant Murray. *E'.* 24 Fév., 190.

— sans fil (la). *Dp.* 25 Fév., 123.

— Slaby, progrès récents. *E.* 10 Mars, 319.

— de la G. für drahtlose Telegraphie. *Re.* 28 Fév., 115.

— — accordage des récepteurs sur les deux ondes au transmetteur (Seitt). *Re.* 28 Fév., 116.

— à corde vibrante. Lozi. *EE.* 4 Mars, 355.

Téléphonie à haute fréquence : essais Kennelly. *EE.* 18 Fév., 278.

— sans fil et arc parlant. *Elé.* 18 Fév., 102.

— transmetteurs Slaby. *EE.* 11 Mars, 381.

— Fonctionnement des cohérents (Harden). *EE.* 11 Mars, 392.

Télautographe. Gray. *Re.* 28 Fév., 117.

Transformateurs Calcul des. (Hucke). *EE.* 18 Fév., 262.

HYDRAULIQUE

Barrages réservoir de Solingen comparés aux ouvrages français analogues. *Gc.* 25 Fév., 270.

Canal de Panama. *E'.* 3 Mars, 209.

Compteur Venturi. *Rt.* 10 Fév., 101.

Captage des eaux. Application de la thermométrie (Martel). *CR.* 27 Fév., 607.

Eaux de Swansea. *E.* 3 Mars, 269.

Pompes à incendie flottante (Merryweather). *E.* 17 Fév., 205.

Turbines. Théorie graphique Camera. *Dp.* 18 Fév., 97.

— Usure des (Darlemont). *EE.*, 25 Fév., 201.

— force motrice des lacs de Joux et de l'Orbe. *Gc.* 25 Fév., 265; 4 Mars, 281.

— Station électrique d'Innsbruck. *Zoi.* 24 Fév., 109.

MARINE, NAVIGATION

Canal de Panama. *E'.* 10 Mars, 232.

Canots au pétrole. Thornycroft. *E.* 24 Fév., 196.

— Yarrow, Napier. *E.* 10 Mars, 310.

— Vitesse maxima. Va. 11 Mars, 154. *E.*

Gouvernail électrique, Seamens. *E.* 17 Fév., 213.

Hélice (L.) (Villamel). *E'.* 3, 10 Mars, 207, 231.

Machines marines. Essais (Mansell). *E'.* 24 Fév., 199.

— Paquebot à turbines Weking. *E'.* 10 Mars, 248.

— Époques de la machine marine (Melville). *E.* 3 Mars, 297.

Marine de guerre française. Programme de 1905. *E.* 3 Mars 284. *E'.* 3 Mars, 214.

— Croiseur armé Gambetta. *E'.* 3 Mars, 217.

— Anglaise, programme. *E.* 10 Mars, 317. *E'.* 10 Mars, 243. Cuirassé Skirmesher. *E'.* 10 Mars, 240.

— Blindages. Essai d'une plaque Armstrong. *E.* 17 Fév., 224.

— Torpilleurs. Influence de la profondeur de l'eau sur leur vitesse. *Gc.*, 11 Mars, 304.

Paquebots Cunard Caronia et Carmania. *E.* 24 Fév., 260; 3 Mars, 291.

Sauvetage. Canot Henry. *La Nature*, 4 Mars, 219.

Vibrations des navires. Enregistreur Schlick. *E.* 3 Mars, 275.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Air comprimé. Compresseurs Murray. *E.* 17 Fév., 205. Kryzat. *Ri.* 11 Mars, 95.

— rapides (Lebrecht). *VDI.* 18 Fév., 253.

- Accouplements.** Râteau. Tenax. *RM. Fév.*, 178.
Aviation. Dynamique de l'aéroplane (Vallier). *RM. Fév.*, 123.
Cales. Tracé des (Riley), *AMa*, 11 Mars, 247.
Chaîne Renold. *RM. Fév.*, 193.
Cinémomètre Richard. *RM. Fév.*, 194.
Broyeur. Hadfield. *RM. Fév.*, 179.
 — Pulmann (*id.*), 193.
Changements de marche et de vitesse Hall. Howe, Chard, Koelin, Lombard, Smith, Robion, Wright, Barnes, Dann, Dischinger, *RM.*, Fév., 181, 193.
- Chaudières.**
 — Alimentateur Schoenke. *Ri.* 18 Fév., 61.
 — Injecteur double Albion. *Ri.* 25 Fév., 75 et pompes. *E'*. 20 Mars, 244.
 — Foyer Sugden. *E'*. 3 Mars, 222.
 — Robinet vanne à vis différentielle, (Bayle). *Ri.* 25 Fév., 135.
 — — de vidange Bjornstad. *E.* 10 Mars, 325.
 — Soupapes de sûreté à gorges Rosenkranz. *VDI.* 4 Mars, 339.
 — Surchauffeurs divers (Neilson). *EM. Mars*, 942.
- Dragues** Robinson et du port de New-York. *RM. Fév.*, 197. de la Mersey. *E.* 10 Mars, 301.
- Embrayage.** Philips. *E'*. 17 Fév. 171.
Frottement de glissement. (Lecornu). *CR.* 6 Mars, 635.
- Levage.** Monte-charges automatique Hall. *E.* 24 Fév., 246.
 — Appareils de levage à l'Exposition de Saint-Louis. *Dp.* 4, 11 Mars, 129, 149.
 — Telpherage Otto. *SuE.* 1 Mars, 257.
 — Ponts roulants électriques. *Ri.* 11 Mars, 98, de 70 tonnes. *E'*. 10 Mars, 246.
- Machines-outils.** Ateliers américains. *E.* 24 Fév., 240. (Desforges). *Bam.*, 230. Fév., 201, 3 Mars.
 — de la Pond C^o. Magasins. *EM. Mars*, 319.
 — Organisation. (Heap). *E.* 17, 24 Fév., 230, 263, 294.
 — Arsenal de Rock Island. États-Unis. *AMa.* 18, 25 Fév., 135, 173, 4, 11 Mars, 208, 239.
 — Premium System en Angleterre. *Gc.* 4 Mars, 290.
 — Construction rationnelle des machines-outils. *E.* 24 Fév., 251.
- Machines-outils.** Puissance absorbée. *AMa.* 18 Fév., 147.
 — A l'Exposition de Saint-Louis. *E'*, 24 Fév., 183.
 — Affûteuse Sellers. *Gc.* 18 Fév., 256.
 — Calibres pour filetages. *AMa.* 25 Fév., 182. Limites pour boulons et écrous (*id.*). 192.
 — Engrenages, machine à tailler. Nardin. *Ri.* 11 Mars, 93.
 — Meules, protecteurs de (Mamy). *Gc.* 4 Mars, 286.
 — Outils rapides, essais. *E'*. 24 Fév., 200. (Gledhell). *RM. Fév.*, 166.
 — Perçage, *AMa.* 4 Mars, 218.
 — Presse à lettres Roovers. *RM. Fév.*, 172. Pour boutons photographiques Bliss.
 — *AMa.* 4 Mars, 233.
 — Scie à métaux Herbert. *Ri.* 18 Fév., 66.
 — Tour revolver, outillage. *AMa.* 4 Mars, 233.
 — — Pour turbines Shanks. *E.* 10 Mars, 313.
 — A bois universelle. Robinson *E.*, 24 Fév., 239.
 — — Façonneuse Wadkin. *Ri.* 4 Mars, 85.
- Moteurs à vapeur.** Analyse des diagrammes (Schule). *Dp.* 11 Mars, 145.
 — Corliss Compound. Wood. *E'*. 3 Mars, 211.
 — Demi-fixes. Wolf. *Ri.* 4 Mars, 81.
 — Turbines (Les). *Drin. Re.* 28 Fév., 102.
 — — Pour l'électricité (Munch.) *EE.* 18, 25 Fév., 4, 11 Mars, 237, 290, 332, 373, de l'A. E. G. *Gc.*, 4 Mars, 288.
 — — Détermination des éléments (Kopp). Abaque thermodynamique (Proell). *RM. Fév.*, 133, 161.
 — Distributions Bollinckx. *Ri.* 18 Fév., 64.
 — — par soupapes *Dp.* 25 Fév., 115, 4 Mars, 132.
 — — par excentrique, règle de calage. *AMa.* 2 Mars, 234.
 — Écoulement de la vapeur par un ajustage (Bluden) *E'*. 17, 24 Fév., 135, 181.

- Moteurs à vapeur.** Condensation centrale à Neufes-Maisons. *VDI.* 18 Fév., 246.
 — — pompe à air Benn. *Ri.* 4 Mars, 86.
 — Stuffing box Redford. *Ri.* 23 Fév., 76.
 — à gaz à deux temps Lorier. *E.* 24 Fév., 243.
 — Magnard. *Rt.* 23 Fév., 143.
 — — grands moteurs (Riedler). *VDI.* 23 Fév., 273, 334.
 — — à gaz de hauts fourneaux. Épuration des gaz (De Mocomble). *RdM.* Mars, 190.
 — — Allumages électriques, le 23 Fév., 84.
 Gazogènes (Lencauchez). *Im.* 1905 (I), 81.
 — à pétrole. Carburateur Biebuyck. *Va.* 4 Mars, 144.
 Poulie en fer Philips. *RM.* Fév., 204. *Piat. Ri.* 11 Mars, 96.
Résistance des matériaux. Essais sous efforts alternatifs au National Physical Laboratory. *E.* 17 Fév., 261.
 — Efforts momentanés. *E'*. 3 Mars, 219.
 — Machine Smith. *E.* 10 Mars, 307.
 Tachimètre bifluide Mouldrale. *Le.* 10 Mars, 99.
 Rivet à bille. *AMa.* 11 Mars, 250.
 Transmission Grouvelle Arquenbourg. *RM.* Fév., 204.
Tissage. Filature Honegger et Sporri. Installation électrique. *EE.* 23 Fév., 297.
 — Dispositifs de sûreté pour métiers. *E.* 3 Mars, 269.
 Ventilateurs rapides. Turbo-ventilateurs. *SuE.* 1 mars, 266.

MÉTALLURGIE

- Argent.* Traitement au Laurium. *Eam.* 23 Fév., 363.
Bronzes. Cuivre et oxygène (Bauer). *ZaC.* 17 Fév., 241.
 — d'aluminium constituant spécial obtenu dans la trempe du (Breuil). *CR.* 27 Fév., 587.
Cobalt et Nickel purs, propriétés physiques (Copaux). *CR.* 6 Mars, 637.
Cuivre au Rio Tinto. *Eam.* 23 Fév., 370.
 Chimie et métallurgie (Palmer). *Eam.* 2 Mars, 420.
 Électro-métallurgie en 1904. *E'*. 17 Fév., 159.

- Fer et acier.** Électro-métallurgie, procédé Kjellin. *SuE.* 15 Fév., 203, 1 Mars, 272.
 — Enfourneuses Wellmann. *AMa.* 18 Fév., 131.
 — Fonderie, moulage mécanique (le) Avarien. *RM.* Fév., 103.
 — Fontes. Classification des (Wurt). *SuE.* 15 Fév., 222, 1 Mars, 283.
 — — Procédé Forseller. *RdM.* Mars, 167.
 — Hauts fourneaux américains. *RdM.* Mars, 161.
 — Dessèchement de l'air. *E'*. 17 Fév., 175. *SuE.* 15 Fév., 213. *Ru. Janv.*, 99. *E'*. 3 Mars, 222. *RdM.* Mars, 153.
 — — Chargeurs Buderns. *SuE.* 15 Fév., 200.
 — Laminoir pour les ateliers de la marine française. *SuE.* 15 Fév., 199.
 — — de la Lakawanna Steel Co. *RdM.* Mars, 271.
 — — Profils de (*id.*), 165.
Laboratoire de métallurgie. Notes pour un (Howe). *Ru. Janv.*, 40.
Or. Broyage et cyanuration. *Eam.* 2 Mars, 418.
Zinc. Fabrication des cornues à. *RdM.* Mars, 149.

MINES

- Électricité, emploi dans les mines. *EM.* Mars, 966.
Cables de mines. Enquête sur les (Delafond). *AM. Janv.*, 56.
Cuivre au Cap. *Eam.* 9 Fév., 272.
Feroolithique, exploitation en Lorraine (Bartly). *AM. Janv.*, 5.
 — gisement du Mesabi. Lac Supérieur. *Eam.* 9, 16, 23 Fév., 266, 319, 365.
 — du Birmingham District Alabama. *Eam.* 9 Fév., 275.
 — Mercure, gisement de Huizuco, Mexique. *Eam.* 2 Mars, 417.
Houillères. Gisements du Missouri. *Eam.* 16 Fév., 323.
 — Bassin du Sud du pays de Galles. *Ru. Janv.*, 1.
 — conditions hydrologiques de la Campine (d'Andremont) (*id.*), 27.
Or. Prix du minage de gravier en Alaska et Canada nord-ouest. *Eam.* 9 Fév., 269.

- | | |
|---|--|
| <p>Or. Filons profonds de Victoria. <i>Eam.</i> 16 Fév., 314.</p> <p>— gisements du Klondike (Bell). <i>In.</i> 1905 (1), 273. d'Oro, Mexique. <i>Eam.</i> 2 Mars, 410.</p> <p>— Mfnes romaines en Espagne. <i>EM. Mars</i>, 887.</p> <p><i>Pays-Bas.</i> Législation minière (Bourquet). <i>AM. Janv.</i>, 123.</p> <p><i>Préparation mécanique.</i> Laboratoire Sempkins. Université de Harvard. <i>Eam.</i> 16 Fév., 325.</p> | <p><i>Roulage</i> de Camp-Berd. <i>Eam.</i> 2 Mars, 415.</p> <p><i>Perforatrice</i> portative Simmons. <i>Ri.</i> 18 Fév., 62.</p> <p>— hydraulique Brandt. <i>E'</i>. 24 Fév., 188.</p> <p><i>Prix du minage.</i> <i>Eam.</i> 16, 28 Fév., 316, 381.</p> <p><i>Statistique mondiale.</i> Plomb, cuivre, zinc, étain, mercure, aluminium, nickel. <i>RCp.</i> 19 Fév., 74.</p> <p><i>Tourbe.</i> Industrie de la. <i>Eam.</i> 9 Fév., 271.</p> |
|---|--|

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AGRICULTURE

RAPPORT présenté au nom du *Comité d'Agriculture*, par **M. Hitier**, sur les
ÉTUDES SUR L'ÉCONOMIE ALPESTRE, de **M. Briot**, conservateur des forêts
à Aurillac.

L'ouvrage que publiait, en 1896, M. Briot : *Études sur l'économie alpestre*, est aujourd'hui devenu classique. M. Briot, alors inspecteur des forêts et chargé du service de la réglementation des pâturages communaux dans les Alpes, consigna dans ce remarquable traité d'Économie alpestre, les observations qu'il avait été amené à faire sur ce sujet, au cours d'un séjour prolongé parmi nos populations des Alpes ; il prit soin d'y insérer, notamment, tout ce qu'il lui paraissait nécessaire de savoir en vue de l'application des parties de la loi du 4 avril 1882, relatives aux améliorations pastorales en montagnes.

Depuis 1896, bien que M. Briot ait été appelé à diriger d'autres services par l'administration forestière, il n'a cessé de s'occuper, de se passionner, devrais-je plutôt dire, pour ces questions d'améliorations pastorales dans nos montagnes, il a consacré ses congés, de nombreuses permissions, à aller revoir sur les lieux mêmes un très grand nombre de nos communes alpestres, en Savoie, dans le Dauphiné, la Provence, les Alpes maritimes. Il a pu étudier ainsi près de 500 communes, dont il nous apporte aujourd'hui des monographies. La lecture peut, tout d'abord, en paraître aride ;

mais bientôt on se rend compte que l'ensemble en forme un dossier de renseignements des plus complets et des plus utiles. M. Briot ne parle que des choses vues et discutées sur place dans les communes mêmes; ces monographies abondent de détails concernant particulièrement les communaux, la laiterie, les boisements facultatifs et l'utilisation des eaux.

M. Briot n'a pas les idées de tout le monde; ses conceptions ne sont pas le fruit de raisonnements abstraits et théoriques; aussi, il lui arrive souvent de formuler des opinions contraires à celles qui sont généralement acceptées, par exemple sur le reboisement, la transhumance, l'affouage pastoral, etc.

Mais c'est là, serions-nous tenté de dire, ce qui précisément rend l'œuvre de M. Briot plus attachante, plus utile; on sent, en lisant ces observations, qu'elles sont le fait de quelqu'un qui s'est efforcé de vivre la vie de nos populations alpestres, a compris leurs véritables besoins, s'est rendu compte des raisons d'être de vieux usages, des coutumes sanctionnées par l'expérience, et qui, dès lors, se montre très réservé sur les réglementations nouvelles, d'un caractère absolu et général, que, parfois, on est tenté de vouloir imposer.

M. Briot expose l'utilité de ces études monographiques sur la région des Alpes, dans les termes que voici : « Des études monographiques seules sont capables de mettre fin aux divergences d'idées qui se manifestent souvent au sujet des mesures que réclame l'amélioration ou la restauration du sol alpin. On est persuadé, en général, que l'état plus ou moins imparfait des immenses superficies communales qui s'y trouvent provient d'abus de jouissance de la part des communes propriétaires. Nous verrons, au contraire, que la pauvreté des Alpes communales sur tel point, leur dégradation sur tel autre, tiennent beaucoup plutôt à des habitudes d'inculture et de négligence presque complète. On en conclura qu'au lieu de tendre à imposer, dans l'exercice des droits d'usage, des restrictions que ne sauraient supporter des populations qui, quoique très laborieuses, ne retirent de leurs territoires que juste le nécessaire pour vivre, c'est vers l'augmentation de la production du sol par des travaux d'améliorations culturales qu'il faut se tourner. »

« Partout, mais surtout au nord du 45° parallèle, en raison de terrains plus favorables et d'un climat moins sec, de nombreuses communes jouissent déjà d'une situation très satisfaisante; M. Briot ne leur a consacré,

pour cela, que plus de place dans ses études, estimant que ces localités peuvent servir au développement du progrès général alpin par la divulgation des méthodes qu'elles appliquent, par les champs d'étude et de démonstration auxquelles elles se prêteraient, et par les travaux complémentaires qui élèveraient leurs territoires au plus haut point de perfection qu'il soit permis d'atteindre. On exagère l'influence de la population sur l'état actuel des montagnes, en lui attribuant des dénudations qui ont toujours existé; quelques détails locaux mis à part, il est infiniment plus probable qu'au contraire, insensiblement, les Alpes se sont acheminées sans interruption vers une solution toujours meilleure. Le communal est resté inculte, sauf depuis cinquante ans, dans certaines communes de Savoie et des Alpes maritimes, où l'esprit d'association a organisé des alpages gérés par les mêmes méthodes que les propriétés particulières.

« La question de la restauration des montagnes doit être examinée sous trois points de vue. Elle est agronomique, puisque la cause de la destruction supposée de vastes forêts et l'obstacle prétendu à leur rétablissement plus ou moins intégral sont attribués à l'exercice du pâturage, que les engrais chimiques paraissent appelés à jouer un rôle très puissant sur l'amélioration des immenses communaux, soit directement, soit indirectement, par l'accroissement du rendement de la propriété particulière qui permettrait de ménager davantage les hauteurs.

« Elle est forestière, puisque c'est par la reconstitution de massifs boisés d'une notable étendue que l'on vise à tempérer le régime des rivières. Elle relève de l'art de l'ingénieur, puisque c'est par une plus complète utilisation des eaux sauvages et la multiplication des canaux qu'on favorisera au plus haut degré l'extension des pâturages, la création de nouvelles prairies, l'augmentation de la production des stations de toute altitude, et qu'on créera des compensations aux sacrifices temporaires de jouissance que nécessitent plus ou moins le reboisement et le gazonnement des montagnes. »

C'est sous ce triple aspect que s'est placé M. Briot. Nous tenons à signaler particulièrement la largeur d'esprit avec laquelle M. Briot envisage toujours le problème des améliorations en montagne; par exemple, pour ce qui est de l'économie forestière, il la considère comme devant rester ici toujours en harmonie avec les besoins de ces populations auxquelles la culture des prés, des pâturages, l'élevage du bétail sont seuls

capables de procurer des bénéfices. En montagne, le bois a souvent peu de valeur; au contraire, le fourrage et le pâturage sont recherchés. Ce qu'il y a de plus rationnel est donc de créer des forêts claires qui procureront un bon pâturage, de créer des forêts pastorales.

On se rend compte, à la lecture des notes de M. Briot, des ressources importantes qu'offre aux montagnards une judicieuse association de l'économie pastorale et de l'économie forestière, et on souhaite voir réaliser dans nos Alpes françaises des expériences et des exemples propres à orienter l'avenir vers une production plus intensive des montagnes, capable de contribuer dans une certaine mesure à maintenir l'attachement de leurs populations au sol natal.

M. Briot fait siennes les idées du célèbre forestier suisse Kasthoffer qui a si magistralement démontré comment on pouvait concilier les besoins pastoraux des populations alpestres et la conservation des forêts.

Nous retrouvons cette même largeur et justesse d'esprit dans cette appréciation qui pourrait servir, il nous semble, de conclusion pratique aux observations de M. Briot : « Il vaut mieux éclairer le peuple sur ses intérêts véritables que de le contraindre par des lois auxquelles il est presque impossible d'obéir. »

L'œuvre qu'a entreprise et que poursuit si activement M. Briot est digne à tous les égards, croyons-nous, de fixer l'attention de la Société d'Encouragement à l'industrie nationale; cette œuvre a nécessité de nombreux voyages, une somme de travail considérable; elle fait le plus grand honneur à M. Briot; la publication de cette suite aux *Études d'économie alpestre* viendra tout à fait à son heure, en ce moment où l'amélioration des pâturages dans les régions montagneuses est à l'ordre du jour, et risque, peut-être, sur beaucoup de points d'être résolue sans une connaissance assez parfaite de la situation réelle et des besoins des populations alpestres.

Les monographies de M. Briot, sont, en effet, à ce point de vue, une source de documents des plus précieux.

Lu et approuvé en séance le 14 avril 1905.

Signé : HITIER, rapporteur.

AGRICULTURE

L'AGRICULTURE EN 1904, par **M. Hitier**, *membre du Conseil*.

Pour répondre au désir exprimé par notre Président, M. H. Le Chatelier, de voir exposer devant la Société une sorte de revue annuelle des principales questions qui intéressent chacun de nos comités, et pour suivre l'exemple qu'il nous a lui-même donné, ainsi que M. G. Richard, je viens ce soir vous parler de l'*Agriculture en 1904*, ou plutôt appeler votre attention sur quelques-uns des faits principaux qui se sont produits dans ces derniers temps, faits dont l'agriculture semble s'être davantage préoccupée ou aurait pu davantage se préoccuper, parce que telle découverte récente, telles nouvelles méthodes, tel changement dans la production ou le commerce des denrées agricoles dans le monde, semblent pouvoir être le point de départ d'un nouveau progrès, d'une orientation nouvelle en agriculture.

Chaque région naturelle tend aujourd'hui de plus en plus à se spécialiser dans le genre de production convenant le mieux aux conditions naturelles et économiques de son milieu. Évidemment, on obtient de cette façon sur une surface de terrain limitée, le plus souvent, le maximum de produits, d'autant plus que chaque culture ainsi localisée en général se fait d'une façon de plus en plus intensive; mais la monoculture est dangereuse à bien des titres. Les ennemis naturels de nos plantes agricoles : insectes, champignons, parasites, bactéries, etc., trouvent, de leur côté, dans ces cultures répétées et agglomérées, les conditions les plus favorables pour leur développement, et ils y commettent d'autant plus de dégâts que la plante *cultivée* se montre moins rustique, plus délicate, que la plante sauvage.

La vigne nous offre, à cet égard, un exemple bien frappant. Vous savez tous, combien aujourd'hui le viticulteur a d'ennemis à combattre, combien il doit lutter pour protéger sa vigne tant bien que mal, jusqu'à la récolte. Le phylloxera l'a forcé à reconstituer son vignoble; mais vignes françaises et américaines sont à la merci de l'oïdium, du mildiou, du black-rot, de l'anthracnose, du pourridié, etc., pour ne parler que des champignons parasites dont les attaques peuvent en quelques jours compromettre, réduire à néant les plus belles espérances de vendanges.

Or, ces maladies parasitaires sont d'autant plus difficiles à combattre qu'on

les connaît mal, et on les connaît mal parce qu'il est particulièrement difficile de les étudier.

On ignorait jusqu'ici les conditions précises, nécessaires au développement de ces parasites, et bien des points, du reste, de leur physiologie restaient ignorés.

Recherches de MM. Viala et Pacottet sur les maladies de la vigne. — Or, MM. Viala et Pacottet, dans leur laboratoire de recherches de viticulture, à l'Institut national agronomique, ont réussi, par une méthode très ingénieuse, à isoler la plupart de ces parasites, à en faire des cultures pures, et cela en grande quantité, par exemple pour le black-rot, l'anthracnose, etc.

L'isolement du champignon du black-rot se fait en détachant, fin juin, dans l'intérieur d'un grain de raisin attaqué par le parasite non encore en fructification, un fragment de pulpe envahi par le mycélium.

Le fragment déposé dans un premier milieu de culture donne rapidement un abondant mycélium pur, qui produit, quinze jours après, de nombreux pycnides. Après deux ou trois passages sur ce milieu (moût de raisins verts), la culture est facile sur divers milieux solides ou liquides complétés par une addition de 5 p. 1 000 d'acides organiques et de 20 p. 1 000 de sucre; le jus des haricots, comme base de ces cultures, donne les plus belles végétations du black-rot : des plaques mycéliennes de 25 cent. de diamètre, de trois quarts de cent. d'épaisseur, criblées de pycnides, etc.

Une première série d'expériences a permis de préciser les conditions de réceptivité et d'invasion de la vigne par le black-rot, de suivre le développement du black-rot.

La connaissance des conditions nécessaires pour le développement du black-rot, celles dans lesquelles la feuille et la grappe doivent se trouver pour être atteintes par le parasite étant dès lors connues, on pourra organiser, avec une plus grande sûreté, l'étude des procédés de destruction.

Ces expériences présentent un vif intérêt théorique; elles ouvrent une voie nouvelle à des recherches de pathologie générale; c'est un nouveau service rendu par la science à l'agriculture.

C'est pourquoi j'ai tenu à vous le signaler tout d'abord.

Les maladies bactériennes s'attaquant aux plantes peuvent être la cause de véritables désastres, le mot n'est pas exagéré, si vous vous rappelez quelles furent les conséquences, en Irlande par exemple, au milieu du siècle dernier, de la maladie de la pomme de terre. La pomme de terre détruite par le *phytophthora infestans*, une population entière se trouva privée de sa principale, de son unique source d'alimentation : la famine fut terrible.

Contre la maladie de la pomme de terre, nous avons actuellement divers moyens de lutter victorieusement. Aimé Girard, notre regretté collègue, a

montré l'efficacité des sels cupriques employés préventivement, à l'état de pulvérisation, sur les feuilles de la pomme de terre; mais le procédé est parfois difficile à employer; les conditions météorologiques défavorables (pluies fréquentes, etc.) peuvent le rendre même inefficace; enfin, bien d'autres maladies, depuis, sont venues attaquer la pomme de terre : la filiosité, la gangrène, etc.

La pomme de terre que nous cultivons actuellement, toujours reproduite par bouturage, somme toute, aurait perdu, pensent des savants des plus autorisés, comme M. Delacroix, de sa rusticité, il y aurait lieu d'obtenir de nouvelles variétés par le semis. Du plus haut intérêt serait l'introduction dans nos cultures d'une espèce nouvelle de pomme de terre plus rustique.

Peut-être possédons-nous aujourd'hui une de ces espèces nouvelles, dans le *solanum commersonii* dont on a beaucoup parlé cette année 1904.

Le *solanum commersonii* est une plante indigène dans l'Uruguay, que M. André avait reconnue lors de ses explorations botaniques dans ce pays et qui, du reste, est une espèce déterminée scientifiquement depuis longtemps; mais elle ne paraissait toutefois connue en France que par des échantillons d'herbiers. Il y a une dizaine d'années, des tubercules de *S. commersonii* furent introduits et cultivés par M. Heckel, directeur de l'Institut colonial de Marseille, qui en remit quelques-uns à M. Labergerie, propriétaire à Verrières (Vienne). Depuis le printemps 1901, M. Labergerie s'est attaché, avec un rare esprit d'observation, à la culture de cette plante, et il en a obtenu des produits extrêmement intéressants à bien des points de vue.

Le *solanum commersonii* type a les fanes petites, grêles, les fleurs très abondantes, très odorantes. La végétation, très traçante pendant toute l'année, émet des tiges nouvelles et des tubercules dans toutes les directions.

Après une première plantation dans un sol, le *solanum commersonii* s'y perpétue par les débris de ses racines.

Les tubercules que donne ce *solanum commersonii* type sont d'un faible poids, leur peau est rugueuse, couverte de lenticelles; la saveur en est amère.

Chose remarquable, ce *solanum commersonii* se montra à Verrières (Vienne) surtout productif dans les endroits humides, marécageux, c'est-à-dire dans des sols où ne vient guère la pomme de terre et surtout il s'y montra absolument réfractaire aux maladies qui, à côté, ravageaient les variétés de pommes de terre cultivées.

La culture modifie considérablement les caractères du *solanum commersonii*. M. Labergerie a obtenu, entre autres variations du type primitif, le *solanum commersonii* à peau violette, qui, de tous points, rappelle notre pomme de terre cultivée ordinaire; seulement, les tubercules sont souvent plus gros, plus volu-

mineux. La végétation de cette variété ou espèce nouvelle est tout à fait exubérante, certaine tige a atteint à Verrières une longueur de 4^m,50 dans les cultures de M. Labergerie. Dans les terrains *humides* qui semblent convenir particulièrement à cette espèce de pomme de terre, M. Labergerie en a obtenu des rendements qu'on ose à peine citer, 80 000 kilogr. à l'hectare (en calculant, il est vrai, le rendement à l'hectare d'après les résultats obtenus sur une petite

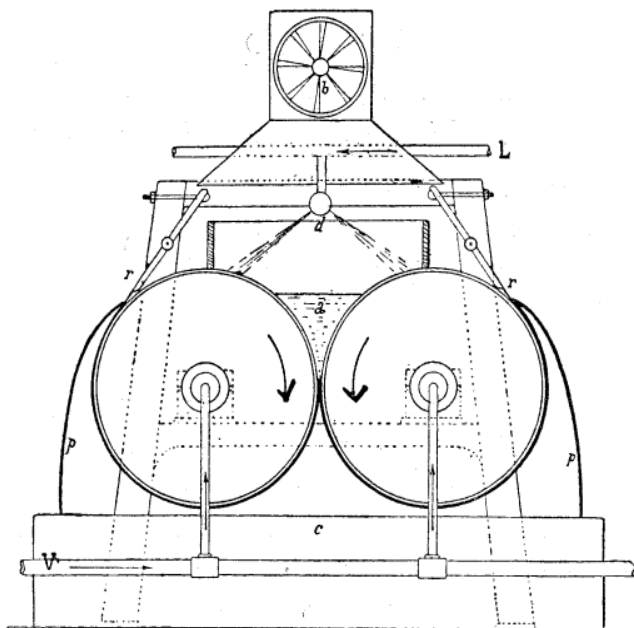


Fig. 1. — Coupe schématique de la machine *Just-Hatmaker*.

L, conduite d'arrivée du lait. — d, distributeur du lait. — a, lait caléfié maintenu entre les deux cylindres; — p, pellicule de lait détachée par les lames r. — c, collecteur de lait desséché. — V, conduite d'arrivée de vapeur aux cylindres. — b, ventilateur aspirant la vapeur d'eau produite par l'évaporation du lait.

surface). La plante a, du reste, une telle aptitude à la production des tubercules qu'il s'en forme non seulement sur les tiges souterraines, mais sur les tiges aériennes. Le tubercule a perdu son amertume. Il a gardé fort heureusement, en partie tout au moins, sa rusticité, sa résistance à la maladie.

Le *solanum commersonii* à peau violette est-il une simple modification culturelle du type primitif? Ne serait-il pas plutôt, comme le pense M. Schribaux, le produit d'un croisement entre le *s. commersonii* et le *s. tuberosum*? La question n'est pas résolue, mais toujours est-il qu'il y a là une nouveauté très intéressante; et, dans le cas de croisement, une voie nouvelle serait ouverte, qui permettrait de doter l'agriculture d'autres pommes de terre nouvelles

dont quelques-unes au moins peut-être pourraient être supérieures à celles que nous possédons déjà.

Développement de l'industrie laitière. — « Le fait le plus caractéristique de l'évolution des spéculations zootechniques durant la dernière moitié du XIX^e siècle est, sans contredit, le développement considérable pris par les industries du lait (1). »

Les auteurs de la grande enquête sur l'industrie laitière en France et à

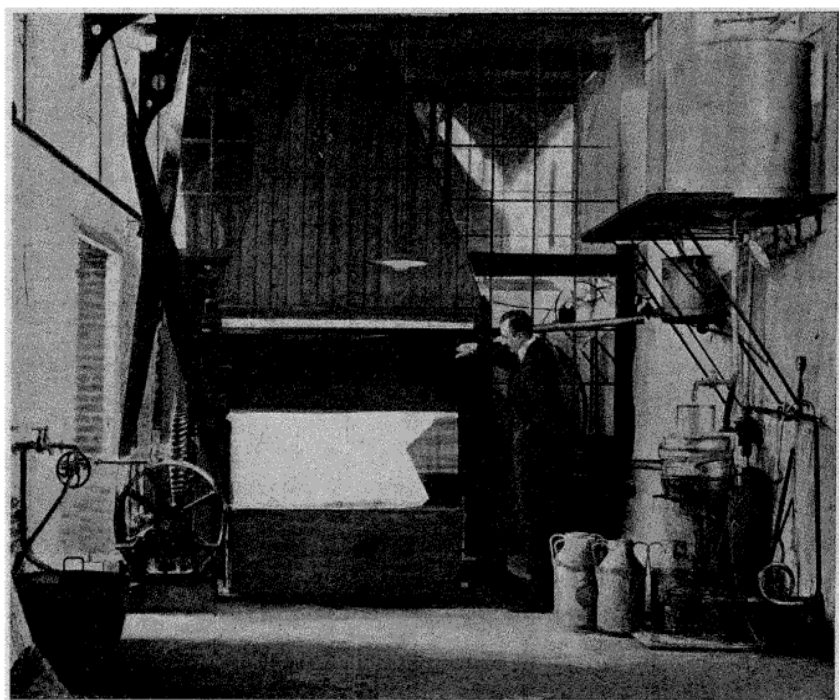


Fig. 2. — Machine Just-Hatmaker. Vue par bout montrant la sortie d'une pellicule de lait.

l'étranger, que vient de publier le ministère de l'Agriculture, résumant en ces quelques lignes la synthèse du mouvement progressif des industries laitières; d'un côté : évolution scientifique caractérisée par la connaissance exacte des phénomènes intimes de la conservation du lait, de la maturation de la crème, des fermentations complexes, etc.; par l'emploi des réfrigérants, des écrémeurs centrifuges, des barattes, malaxeurs perfectionnés; de l'autre côté, organisation

(1) Enquête sur l'industrie laitière : Office des renseignements agricoles, ministère de l'Agriculture, 1903.

commerciale utilisant, pour parfaire son développement, les généreux principes de la mutualité et de la solidarité.

Le matériel des laiteries se perfectionne d'année en année, de nouvelles machines sont introduites dans les laiteries. Ainsi, l'an dernier au concours agricole de Paris, fonctionnait une machine américaine pour fabriquer de la poudre de lait, extrêmement curieuse, dont l'emploi s'est répandu en France dans quelques grands centres de production laitière; c'est la machine *Just-Hatmaker*

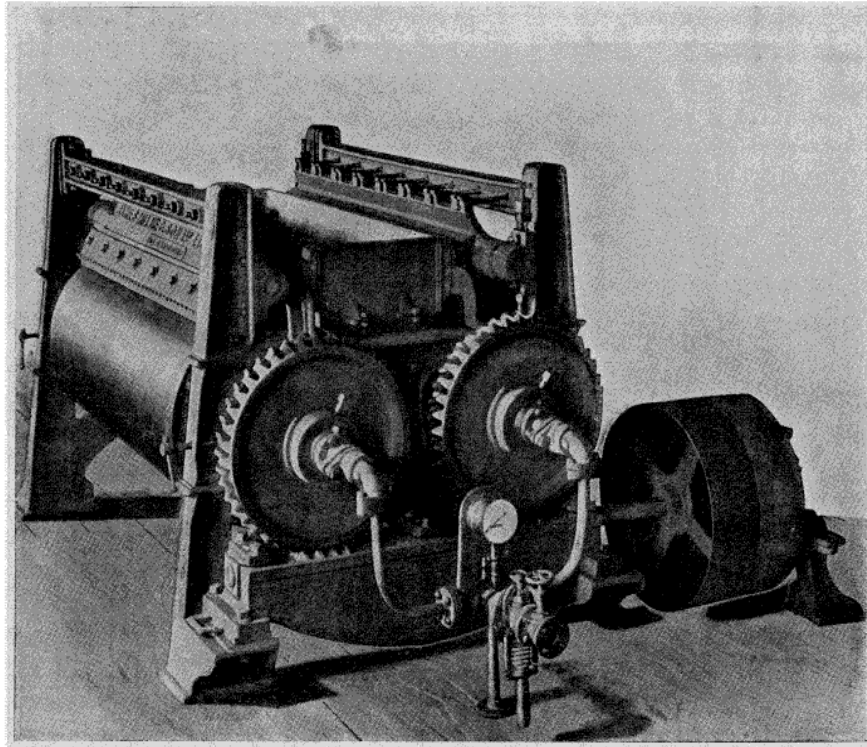


Fig. 3. — Machine *Just-Hatmaker*. Détail des cylindres.

dont voici le principe fort simple et le mécanisme très facile à saisir, grâce à ce schéma.

La machine se compose (fig. 1, 2, 3) de deux cylindres métalliques, ordinairement longs de 1^m,50 pour un diamètre de 0^m,75, disposés en parallèle l'un à côté de l'autre et ayant leurs bases appliquées contre deux plans.

Ces deux cylindres présentent entre eux un écart de 1 à 2 millimètres. Actionnés par une vis embrayant avec les cannelures de leurs extrémités, ils roulent autour de leur grand axe, en sens inverse l'un de l'autre, avec une

vitesse moyenne de six tours par minute. Ils sont chauffés intérieurement par de la vapeur à 3 atmosphères et leur température à la surface externe dépasse 100 degrés.

En marche, le lait, contenu dans un réservoir supérieur, s'écoule entre les deux cylindres en un filet s'étalant sur leur surface. L'évaporation se réalise aussitôt et le lait se dépose en une feuille solide, que l'on détache mécaniquement, au moyen d'une lame couchée sur la surface externe des cylindres. La feuille est alors reçue dans un récipient disposé en contre-bas de la machine, puis passée au tamis pour sa transformation en une poudre très fine, dont tous les grains sont uniformes.

Cette poudre de lait sert aujourd'hui à des usages auxquels on n'avait tout d'abord nullement songé; ainsi, la boulangerie parisienne en consomme déjà chaque mois de 8 000 à 10 000 kilos dans la fabrication des pains au lait, pain viennois, croissants, etc.; la chocolaterie en Suisse l'emploie en quantité, etc.

Autrefois, alors que la laiterie était uniquement une annexe de chaque ferme, n'avait pas pris cette allure industrielle qui la caractérise aujourd'hui, cette machine eût pu difficilement trouver place; aujourd'hui, c'est tout différent; comme je vous le disais, en effet, et de plus en plus la production du beurre, du fromage, la fabrication du lait concentré, stérilisé, du lait en poudre, etc., deviennent l'objet d'entreprises véritablement industrielles, quant aux procédés qu'on y emploie, tout au moins; car, au point de vue économique, la plupart de ces laiteries sont en réalité des coopératives.

LE MOUVEMENT COOPÉRATIF ET MUTUALISTE EN AGRICULTURE

C'est peut-être l'utilisation du lait pour la fabrication du fromage de gruyère qui nous offre en France, il y a déjà des siècles, le premier exemple d'association entre agriculteurs, la première laiterie coopérative.

Mais c'est seulement depuis une vingtaine d'années, en France et à l'étranger, que ce mouvement coopératif d'association entre producteurs de lait pour la fabrication du beurre surtout a pris une extension énorme.

L'association a, dans des régions qui cependant ne semblaient pas tout d'abord particulièrement aptes à ce genre de production agricole, amené une transformation complète et fort heureuse de la situation économique. Tel est le cas de la région de l'ouest de la France, qui comprend les Charentes, le Poitou, la plaine de la Vendée.

Vous connaissez tous aujourd'hui le beurre des Charentes. Il n'y a pas d'épicerie à Paris maintenant où on ne vende du beurre des Charentes; il y a vingt ans, cette marque de beurre était inconnue à Paris du public.

A la suite de la crise viticole de 1882 à 1888 dans la Saintonge, le Poitou, les

petits propriétaires surtout, les petits cultivateurs se trouvèrent privés de tout revenu; ne pouvant plus récolter de vins, les vignes arrachées ou détruites, quelques-uns semèrent à leur place des prairies artificielles; cela leur permit de mieux nourrir le bétail qu'ils entretenaient; ils songèrent dès lors à tirer des produits de ce bétail meilleur parti qu'autrefois.

En 1888, se fonde la première société coopérative de laiterie dans les Deux-Sèvres. 100 laiteries coopératives existent aujourd'hui dans la région; elles se sont syndiquées, du reste, sous le nom d'*Association centrale des laiteries coopératives des Charentes et du Poitou*. Cette dernière association a établi un laboratoire spécial de recherches pour la laiterie à Surgères, a fait installer tout un service de wagons réfrigérés pour le transport des beurres des Charentes à Paris.

Aussi dès 1902, les laiteries coopératives des Charentes et du Poitou envoyaient aux halles de Paris plus de 6 millions de kilogrammes de beurre, plus de la moitié de la quantité de beurre vendue sur ce marché. Les beurres des Charentes et du Poitou se sont, en outre, créés des débouchés hors de France, en particulier en Angleterre.

Les laiteries coopératives sont très simples: l'achat du terrain, la construction des bâtiments, le matériel exigent un capital de 50 000 francs environ, souscrits par les associés qui n'ont le plus souvent que deux à trois vaches chacun.

Quant aux perfectionnements techniques et au progrès économique obtenus, grâce à ces laiteries, il suffira de rappeler qu'il y a quinze ans à peine, le beurre produit dans cette même région, coté de deuxième qualité, valait à peine 2 francs le kilogramme, et ce kilogramme était obtenu avec 30 litres de lait; 20 litres de lait aujourd'hui, dans la laiterie moderne, donnent ce même kilogramme de beurre qui, malgré la baisse générale du prix des beurres depuis quinze ans, se vend de 2 fr. 60 à 3 francs.

Mais cet exemple pris dans l'ouest de la France n'est qu'une manifestation locale, qu'un cas particulier de ce grand mouvement d'association, de mutualité qui caractérise l'agriculture de notre époque, et que signalait en ces termes M. Tisserand, dans son discours à la séance solennelle de la Société nationale d'Agriculture en décembre 1904 :

« Depuis quelques années, l'agriculture française prend une orientation nouvelle : elle suit les idées du jour qui ont fait déjà dénommer le siècle qui commence le siècle de la mutualité; c'est une nouvelle période qui s'ouvre.

« Mais je ne devrais pas dire qu'elle suit les idées du jour; elle ne fait, en effet, que continuer le grand mouvement scientifique qui caractérise la dernière moitié du siècle passé.

« Elle évolue vers des voies nouvelles, dont j'entrevois déjà la nécessité dans l'introduction de la statistique décennale de 1882.

« Pour que le progrès pénètre en effet dans les couches profondes de la démocratie rurale, une nouvelle étape est à franchir; il faut que la moyenne et la petite culture, mieux instruites, aient à leur disposition des capitaux suffisants, il faut que les cultivateurs puissent se grouper pour le placement de leurs produits à l'intérieur aussi bien qu'à l'étranger, il faut que le sort du travailleur soit amélioré, il faut que le capital d'exploitation, devenu plus important avec les exigences de la culture améliorée, ne soit pas à la merci des accidents et des intempéries.

« Les Sociétés coopératives de vente et d'achat sont nées de ce besoin; on en compte aujourd'hui 1 750, dont 150 laiteries ou beurreries, 1 500 fruiteries ou fromageries et 100 coopératives pour produits variés.

« Grâce à nos éminents confrères, MM. Méline et Develle, les caisses de crédit agricole mutuel et les caisses régionales ont été créées avec une dotation véritablement princière (40 millions) et les assurances mutuelles contre la mortalité du bétail ont été fondées.

« Dans deux rapports officiels récents, vous avez pu apprécier le merveilleux développement qu'ont pris ces institutions sous la vigoureuse impulsion des anciens ministres, MM. Viger et Jean Dupuy, et du ministre actuel, M. Mougeot.

« Qu'il me suffise de dire que nous possédons, en ce moment, 1 500 sociétés rurales de crédit agricole mutuel et caisses régionales, qui ont déjà pu répandre autour d'elles, dans les campagnes, près de 70 millions sous forme de petits prêts à des taux d'intérêt variant de 2 1/2 à 4 p. 100.

« Les petites caisses locales d'assurances agricoles mutuelles et de réassurances, ont pris, de leur côté, un développement inespéré: il y en a, en effet, 4 820 comptant 263 000 membres et assurant pour 250 millions de valeur d'animaux.

« Enfin, le sort de la classe laborieuse n'a pas été oublié; l'assistance dans les campagnes est devenue l'objet de l'attention des agriculteurs.

« D'après des relevés faits par le Musée social, il existerait aujourd'hui, dans les communes rurales :

- 6 000 Sociétés de secours mutuels;
- 100 Sociétés vigneronnes d'aide mutuelle au travail;
- 50 Caisses de retraites agricoles;
- 3 000 Unions patronales ou mixtes;
- 250 Syndicats ouvriers.

« Comme vous le voyez, pour ses débuts dans le mouvement qui entraîne la société moderne, l'agriculture a tenu sa place, en cherchant en elle-même et dans son initiative privée, secondée par les subventions de l'État, la solution des problèmes sociaux qui agitent le pays. »

Mais, plutôt encore que des chiffres, il me semble intéressant de citer les résultats immédiats obtenus par certaines de nos associations nouvelles ; voici un exemple qui montre d'une façon saisissante quel parti la petite culture peut tirer de l'association bien comprise.

C'est notre collègue, M. J. Bénard, qui nous l'a signalé, en oubliant toutefois de nous dire que c'était grâce à ses efforts persévérants, à son infatigable initiative, que l'esprit d'association se répandait avec ses bienfaits, aujourd'hui partout, dans l'arrondissement de Meaux.

Thorigny est une petite commune de Seine-et-Marne dont le territoire, qui n'a que 487 hectares, est divisé en plus de 5 000 parcelles : c'est donc un territoire singulièrement morcelé, d'où de grandes difficultés pour la culture, surtout pour l'emploi des machines.

Quatorze cultivateurs de cette commune, exploitant en moyenne 10 hectares, se sont réunis pour créer un syndicat ayant pour but l'achat et l'emploi des machines. Ils achetèrent une moissonneuse-lieuse : dès la première année (1904), ils coupèrent, à l'aide de cette machine, 38 hectares de blé, et dès cette première campagne, le prix d'achat de la machine fut amorti ; en huit jours, la moisson avait été faite.

Les mêmes cultivateurs associés ont acheté une moto-batteuse à pétrole, du prix de 5 600 francs, grâce à un emprunt de 4 000 francs à la caisse régionale de crédit agricole de Meaux.

Ils veulent acheter maintenant un distributeur d'engrais, un pulvérisateur, construire un hangar, etc.

N'est-il pas intéressant de voir ainsi la petite propriété, la petite culture, profiter des moyens mécaniques et autres que, seule, la grande culture jusqu'ici avait pu utiliser. N'est-ce pas la vérification expérimentale de ce que disait hier M. Deschanel : « Ce sont les petits cultivateurs, les paysans parcellaires, toute cette démocratie rurale si intéressante, en France si nombreuse (puisque notre pays compte 7 500 000 exploitations agricoles) qui retireront de l'association les avantages les plus sérieux. »

Permettez-moi de vous citer encore un autre exemple d'association entre petits agriculteurs, association non plus de production, mais de vente ; je le prends encore en Seine-et-Marne ; le syndicat de Quincy fut créé en 1904, pour la vente des fruits, produits en grande quantité dans les nombreux vergers de la commune. Dès sa création, ce syndicat a pu exporter vers l'Angleterre 126 154 kilogrammes de cassis, prunes, cerises, groseilles, etc. Ce syndicat avait du reste pris comme modèle le syndicat de producteurs des fruits de Gaillon, qui a obtenu, grâce à son habile organisation, des résultats très encourageants depuis déjà quelques années. Voici quelques détails sur ce fonctionnement du syndicat de Gaillon qui me paraissent devoir être cités :

Des prescriptions minutieuses sont recommandées pour la cueillette et la réception des fruits.

Des instructions précises, qu'ils sont tenus de suivre, sont données aux syndiqués sur les procédés d'emballage à employer. Ces procédés varient suivant que les fruits doivent être vendus en Angleterre ou en France. On expédie surtout en Angleterre les cerises, les merises, les cassis, les prunes, les poires et les pommes de deuxième qualité. Les poires et les pommes de première qualité sont vendues à Paris ou à Pétersbourg.

Le syndicat a des représentants sur ces divers marchés. Il a, de plus, des agents spéciaux à Dieppe et à Londres pour surveiller les envois faits en Angleterre et assurer la réexpédition des marchandises selon les ordres transmis.

Les fruits cueillis dans la journée et emballés sont apportés le soir à la gare de Gaillon ; ils sont ensuite dirigés vers Dieppe, où ils sont embarqués à deux heures pour Newhaven et arrivent la nuit à Londres pour être vendus le lendemain matin, soit vingt heures après avoir été cueillis.

Les fruits de choix sont vendus au nom du syndiqué ; pour les fruits ordinaires, cerises, merises, cassis, chaque syndiqué est payé proportionnellement à la quantité de marchandise fournie. On déduit toujours des prix de vente les frais de transport et une commission de 5 à 6 p. 100 pour le syndicat. La somme provenant du prélèvement sert à solder les frais d'administration et à amortir le matériel qui a été payé à l'aide d'un emprunt fait au nom du syndicat.

Bien que n'ayant encore que deux années d'existence, le syndicat agricole de Gaillon a déjà obtenu des résultats très importants. Ses produits font prime sur le marché de Londres. On a fait près de 100 000 francs d'affaires dès la première année, où les membres du syndicat ont pu obtenir de leurs fruits un prix presque double de celui qu'ils obtenaient auparavant.

Le syndicat s'est occupé cette année de la vente des pommes de terre ; il possède un service de renseignements très bien organisé, lui permettant de connaître exactement les cours des divers marchés et de préparer ses expéditions en conséquence. C'est surtout pour le transport et l'expédition des divers emballages qu'il a rendu des services très importants à ses adhérents. Il a organisé des transports rapides par chemins de fer et par bateaux. Il s'occupe aussi d'utiliser les procédés frigorifiques.

Aussi le syndicat agricole de Gaillon a-t-il rapidement prospéré. Il possède un matériel qui vaut près de 30 000 francs. Le nombre de ses adhérents est passé, de 30 au début, à 171 à la fin de mars 1903.

Combien il serait à désirer de voir pareilles organisations syndicales, semblables associations se développer dans nos centres de production de fruits, de primeurs, de fleurs, si nombreux en France ; et la France est si heureusement privilégiée par son sol, son climat, les qualités de goût et d'art de ses habitants

pour ce genre de production !! (environs de Brive, Touraine, Agenais, littoral de la Méditerranée, Barbantane, Cavaillon, dans la vallée du Rhône, etc. (1).

Le mouvement coopératif, d'association, de crédit mutuel que je vous signale en France, n'est pas caractéristique de l'agriculture française : il l'est de l'agriculture de tous les pays du monde, peut-on dire.

L'Allemagne. — L'Allemagne, par exemple, continue à être la terre classique des associations agricoles : M. G. Blondel nous a montré depuis longtemps déjà le développement extraordinaire des associations dans la vie rurale allemande, le développement en particulier des sociétés mutuelles de crédit agricole, et pour citer ici encore quelques faits : les laiteries, beurreries, fromageries coopératives rattachées à la compagnie corporative d'assurance des laiteries, beurreries, fromageries et distilleries, qui n'étaient au nombre que de 125 en 1885, étaient en 1903 au nombre de 2254 ; d'autre part l'année 1904 a vu en Allemagne se fonder encore des associations coopératives pour la vente des fruits, la mise en valeur des prairies, pour la conservation des œufs par le froid, etc.

L'Allemagne, en outre, possède des associations coopératives agricoles dont nous n'avons pas l'analogue en France, jusqu'à présent au moins.

Tel est le cas des greniers coopératifs pour la vente des céréales, des magasins à blé, *Kornhäuser*, dont il a été beaucoup question ces dernières années.

D'après un rapport de M. Dop, qui avait été chargé d'une mission spéciale pour aller étudier en Allemagne cette vente coopérative des céréales, environ 200 sociétés, fondées dans ce but, existaient en Allemagne à la fin de 1904.

Le développement ininterrompu et progressif de ces institutions, leur diffusion sur toute la surface de l'empire démontrent qu'elles correspondaient à un réel besoin et que les agriculteurs sont satisfaits de leurs résultats.

M. Dop a signalé spécialement les *Lagerhäuser* bavaïrois, la modestie de leurs installations a puissamment contribué au vif succès de ces établissements. Avec des moyens restreints, les paysans bavaïrois sont parvenus à des résultats

(1) A ce propos, il faut signaler, comme de très heureux augure, l'effort qui s'est particulièrement manifesté l'an dernier, dans une meilleure organisation de la vente de ces produits, grâce surtout à des expéditions mieux comprises. Des concours spéciaux de modes d'emballages ont eu lieu en effet dans le courant de l'année 1904 dans diverses régions de la France, notamment à Perpignan ; des envois avec les divers modes d'emballages furent expédiés sur le marché de Londres. Les observations faites, à la suite de cet envoi, par les commissionnaires anglais ont été publiées un peu partout. Le *Bulletin mensuel* de l'Office des renseignements agricoles au ministère de l'Agriculture a entrepris des enquêtes spéciales sur ce sujet. A côté de l'initiative prise par l'Administration, il faut citer également les efforts des Sociétés d'agriculture, des grandes Compagnies de chemins de fer. C'est ainsi que les Compagnies d'Orléans et du Midi ont fait faire dans nombre de localités, centres importants de production des fleurs, de fruits, de primeurs, des conférences par les chefs de leur service commercial, sur les modes et meilleurs systèmes d'emballage, etc.

très heureux et M. Dop écrit, qu'à son sens, si la France doit chercher des inspirations pour le choix d'un système déterminé de société coopérative de vente, c'est en Bavière qu'elle trouvera le type le plus approprié à la constitution de sa propriété, à sa division des cultures, aux mœurs et aux habitudes du paysan français. Le gouvernement en Allemagne a singulièrement favorisé, du reste, la création et les opérations de ces magasins coopératifs pour la vente des céréales. Ainsi, en Bavière, l'État bavarois a donné son concours de trois façons différentes :

1° En se faisant l'initiateur et le propagateur des idées de mutualité dans les milieux agricoles;

2° En accordant une aide financière pour la création et l'organisation des *Lagerhäuser*;

3° En assurant l'existence et le succès de ces entrepôts par l'obligation imposée aux administrations militaires (intendances, haras, régiments de cavalerie et d'infanterie) de s'approvisionner exclusivement auprès de ces *Lagerhäuser* (1).

Le Danemark. — Mais l'exemple le plus frappant des progrès que l'association agricole bien comprise peut faire réaliser dans l'économie générale, la production d'un pays, continue à nous être donné par le Danemark.

Jusqu'à ces dix ou quinze dernières années, le Danemark occupait une place insignifiante parmi les pays producteurs et exportateurs de beurre, de viande, d'œufs, etc.

Or, en 1903, le Danemark a exporté 72 500 000 kilogrammes de beurre, pour une somme dépassant 190 millions de francs, et cette même année, le Danemark exportait 927 000 porcs, tués dans les abattoirs coopératifs, pour une somme de 62 500 000 francs, et pour 42 500 000 francs d'œufs, ce qui correspond à environ 510 millions d'œufs : de tels résultats sont l'œuvre des associations coopératives agricoles dans le Danemark.

En 1882, fut fondée la première beurrerie coopérative; aujourd'hui, on en compte dans le Danemark 1 057, groupant 150 000 membres apportant à ces laiteries environ 2 155 millions de kilogrammes de lait annuellement.

La fabrication du beurre laisse comme résidu du petit-lait qui sert à nourrir des porcs; pour écouler la viande de porc, 29 abattoirs coopératifs ont été installés, et enfin, si l'exportation des œufs a pris le développement que nous

(1) Rapport de M. Dop : *Bulletin* de l'Office des renseignements agricoles, novembre-décembre 1904.

Comment ne pas signaler ici, vis-à-vis de cette façon d'agir de l'administration bavaroise, celle de notre administration de la Guerre qui ne reconnaît pas le droit à un syndicat agricole de prendre part aux adjudications. (Lettre du ministre de la Guerre du 28 novembre 1904.)

indiquions plus haut, c'est grâce encore à la vente coopérative des œufs qu'ont organisée les agriculteurs danois d'une façon fort habile.

Exportations du Danemark en 1903.

Beurre, 72500000 kilogr. pour	190000000 francs.
Porcs, 927000 (provenant des 29 abattoirs coopératifs) pour	62500000 —
Œufs, environ 510 millions pour	42500000 —

En 1903, le Danemark n'aurait pas reçu moins de 341 millions de francs de l'Angleterre uniquement pour le beurre, la viande, le porc et les œufs.

Le marché anglais. — La presque-totalité, en effet, du beurre, de la viande, du lard, des œufs du Danemark, sont exportés sur le marché de Londres; le grand, le principal débouché des produits agricoles de tous les pays exportateurs de produits agricoles dans le monde entier : et d'année en année ce débouché s'accroît; c'est là un fait d'ordre économique de première importance sur lequel je voudrais maintenant ici insister tout particulièrement.

L'Angleterre, en 1903, rien que pour ses importations de blés, farines, animaux, viande de boucherie, lait, œufs et légumes, a dû payer à l'étranger une somme de 3 milliards 446 millions de francs.

Le tableau suivant (p. 443) donne le détail de ces colossales importations de produits agricoles.

Il faut un pays d'une richesse minière et industrielle aussi grande que l'Angleterre pour supporter de tels sacrifices; il faut surtout une nation possédant une puissance marine telle que la sienne, se sentant maîtresse de la mer, pour oser rester ainsi sous la dépendance des pays les plus éloignés, et leur demander son pain quotidien.

Si l'Angleterre devient ainsi, d'année en année, de plus en plus tributaire de l'étranger, pour la plupart des produits agricoles, c'est que l'agriculture anglaise subit une crise des plus aiguës; à en croire un de ses agronomes, elle serait moribonde (Ridder Haggard, *Rural England*, 2 vol. 1903). Et le fait est que, de 1875 à 1904, les emblavures du blé en Grande-Bretagne ont diminué de 59 p. 100. En 1904, 1 375 000 acres (l'acre vaut 40 ares), 550 000 hectares seulement ont étéensemencés en blé, 1 841 000 acres en orge, 3 233 000 en avoine.

Qu'est devenu le brillant tableau de l'agriculture anglaise que nous traçait, il y a un demi-siècle, Léonce de Lavergne dans son *Économie rurale de l'Angleterre*? L'agriculture anglaise d'alors était citée comme modèle à l'agriculture française.

Aujourd'hui, les rôles ne sont-ils pas changés? De 1871 à 1881, nous avons importé encore annuellement en moyenne 266 millions de francs de céréales, grains et farines, 158 millions de bestiaux et viandes fraîches salées et fumées.

De nos jours, l'agriculture française est arrivée à suffire à peu près totalement aux besoins du pays en blé et en viande, en vin, etc. (1). C'est un fait que passent trop volontiers sous silence les adversaires de notre politique douanière actuelle.

TABLEAU A. — DES IMPORTATIONS EN ANGLETERRE DES PRINCIPAUX PRODUITS AGRICOLES.

ARTICLES.	UNITÉS.	DU 1 ^{er} SEPTEMBRE 1903 AU 31 AOUT 1904.		DU 1 ^{er} SEPTEMBRE 1902 AU 31 AOUT 1903.	
		Quantités.	Valeur.	Quantités.	Valeur.
			Liv. st.		Liv. st.
Chevaux.	Nombre.	20 512	489 801	21 473	656 140
Bêtes bovines.	Idem.	347 626	9 668 301	486 497	8 744 514
Moutons et agneaux.	Idem.	369 313	572 017	319 430	497 012
Lard.	Cwt.	5 374 627	12 963 926	5 000 911	13 589 018
Jambons.	Idem.	1 223 796	3 143 896	1 203 825	3 323 425
Viande { salée.	Idem.	150 211	192 510	167 440	261 037
de bœuf { fraîche.	Idem.	4 220 269	8 089 391	3 854 438	8 024 445
Viande de mouton fraîche.	Idem.	3 589 095	6 996 404	3 864 600	7 608 167
Viande { salée (en dehors des jam- de porc. { bons).	Idem.	243 320	299 974	217 236	306 400
{ fraîche.	Idem.	660 940	1 461 176	652 152	1 448 450
Viande { salée ou fraîche.	Idem.	637 750	1 175 193	669 527	1 213 833
{ non conservée autrement que spécifiée. { par le salage.	Idem.	849 919	2 633 342	746 259	2 350 306
Lapins.	Idem.	418 954	672 412	487 343	759 663
{ Froment.	Idem.	93 102 100	31 914 863	85 122 801	28 633 796
{ Farine et fleur de farine.	Idem.	19 141 758	9 289 275	29 179 674	8 866 287
Céréales. { Orge.	Idem.	31 859 530	8 437 468	25 697 400	7 180 912
{ Avoine.	Idem.	15 188 900	3 953 695	16 578 022	4 486 192
{ Mais.	Idem.	47 637 340	11 282 702	44 587 582	10 862 647
Beurre.	Idem.	4 360 784	21 642 360	3 942 571	20 291 166
Margarine.	Idem.	915 488	2 387 240	896 838	2 365 002
Fromage.	Idem.	2 585 882	6 267 049	2 552 497	6 691 346
Lait condensé.	Idem.	897 357	1 627 036	923 329	1 772 051
Œufs.	Grandes centaines (120 œufs.)	19 926 229	6 676 226	19 546 242	6 470 581
Fruits. { Pommes.	Cwt. (1)	4 913 028	3 014 418	3 560 561	2 288 389
{ Poires.	Idem.	451 398	485 068	442 718	425 908
Houblon.	Idem.	159 671	741 966	182 841	847 201
Oignons.	Bushels (2).	8 644 669	1 040 807	8 437 814	1 093 795
Pommes de terre.	Cwt.	13 482 112	3 107 041	6 124 753	2 028 364
Tomates.	Idem.	1 429 314	1 014 171	1 026 306	902 766
Suif et stéarine.	Idem.	1 744 664	2 276 843	1 319 494	1 939 314
Laine.	Pounds.	543 718 866	19 399 844	607 032 103	20 658 398
Peaux fraîches et sèches.	Cwt.	774 874	2 040 392	830 404	2 228 896
Saindoux.	Idem.	6 743 676	3 210 417	1 660 565	4 080 355
Volaille et gibier.	Idem.	"	1 835 929	"	1 101 972
Légumes (non spécifiés).	Idem.	"	455 478	"	391 047

(1) 51 kil. — (2) 36 litres,4.

Si on examine maintenant la provenance des produits agricoles importés

(1) Malheureusement, il faut bien reconnaître que notre population n'a pas augmenté, tandis que celle de l'Angleterre et de l'Allemagne s'accroissait dans de fortes proportions, ce

en Angleterre, on est frappé du nombre sans cesse croissant des pays qui y prennent part : il semble que la question des distances pour l'importation de n'importe quelle espèce de produits n'existe plus. Comme l'a très bien dit M. Levasseur, « c'est que la révolution économique, commencée il y a cinquante ans, s'achève; la distance n'est plus un obstacle sérieux au transport d'aucune denrée, pourvu que la production en soit habilement dirigée, que le sol, le climat s'y prêtent, peu importe que des milliers de lieues séparent les producteurs et les consommateurs. »

Les quartiers de bœufs et de moutons sont expédiés en Angleterre, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, comme de la République Argentine, des États-Unis, du Canada; de ces mêmes régions arrivent sur le marché de Londres les beurres et fromages; arrivent aussi, et en très bon état, à l'état frais, des pêches, des raisins, des fruits de toute sorte, les produits les plus délicats à transporter. La vapeur a singulièrement sans doute réduit la durée des transports, mais cela ne suffirait pas pour expliquer la conservation de la viande, du beurre, des fruits, surtout quand il faut leur faire traverser les tropiques : c'est aux procédés modernes de conservation frigorifique que sont dus ces résultats. M. G. Richard, si compétent sur cette question, nous a, à plusieurs reprises déjà, dans les intéressantes revues qu'il nous fait chaque quinzaine, entretenu du développement extraordinaire des wagons, magasins frigorifiques, etc., à l'étranger, mais en France, malheureusement, c'est, pour l'immense majorité du public, question tout à fait ignorée.

M. Richard nous disait il y a un mois : Le matériel frigorifique des chemins de fer américains est si considérable que leurs wagons frigorifiques mis bout à bout ne tiendraient pas sur la voie Paris-Marseille. Sur l'ensemble des voies ferrées nord-américaines dès 1900, circulaient 60 000 wagons frigorifiques. Cette même année, la capacité totale des dépôts frigorifiques de toutes natures aux États-Unis s'élevait alors à 5 356 000 mètres cubes. Aux États-Unis, dit M. de Loverdo, les usines frigorifiques affectées à la conservation de la viande, des volailles, des œufs, du beurre, des fruits, sont presque aussi communes que les « elevators » ou magasins à blés, elles sont innombrables. Transportés en wagons frigorifiques, et mis en dépôt dans les magasins frigorifiques des ports, la viande fraîche, le beurre, les fruits attendent le moment favorable pour être descendus dans les cales des navires, pourvues des mêmes appareils frigorifiques, qui doivent les amener en Europe; et en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, etc., ont été installés des frigorifiques pour les recevoir. A Southampton, à Londres, et dans les principaux ports d'importation, comme dans les grandes villes anglaises,

qui explique pour ce dernier pays, malgré les progrès de son agriculture, l'importance persistante des importations des produits agricoles.

ont été construits, en effet, des magasins frigorifiques pour recevoir ces produits. (A Southampton, le nouvel entrepôt frigorifique a une capacité de 80 000 mètres cubes.)

Évidemment sous ce rapport, en France, de grands progrès restent à réaliser; cette question des frigorifiques intéresse, d'ailleurs, au premier chef, non seulement notre agriculture, notre commerce d'importation et d'exportation, mais le ravitaillement de notre armée en cas de guerre, par conséquent intéresse la défense nationale.

DÉVELOPPEMENT AGRICOLE DE LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE

Parmi les pays principaux fournisseurs du marché anglais, la République Argentine occupe depuis quelques années une place de plus en plus importante, qui s'explique par le prodigieux développement agricole qu'a pris ce grand État de l'Amérique du Sud à la fin du XIX^e siècle, développement qui va s'accroissant d'année en année; ainsi en 1904, la République Argentine a exporté vers l'Angleterre 21 millions et demi de quintaux anglais (50 kg., 8) de blé, alors que les États-Unis n'y en exportaient que 7 millions de quintaux.

Nous avons donc cru intéressant, en terminant cette communication, de donner quelques détails sur l'agriculture de la République Argentine, en rappelant tout d'abord les conditions naturelles de sol et de climat qui caractérisent ce vaste pays dans ses principales régions de culture et d'élevage.

Sur un territoire de 295 012 000 hectares, 8 410 000 hectares, en 1903, étaient encore seuls cultivés, c'est dans les provinces de Buenos-Ayres, Santa-Fé, Entre-Rios et Cordoba que sont les plus vastes champs de blé et de maïs. Les mêmes provinces possèdent les plus riches troupeaux de toute espèce. La culture de la vigne est presque une spécialité des deux provinces de Mendoza et San Juan; dans la province de Tucuman s'est concentrée la culture de la canne à sucre. Enfin c'est au nord de 30° latitude sud, dans la province de Santiago, dans le Chaco de la province de Santa-Fé, dans les territoires du Chaco et de Formosa, que les Quebrachos colorados dressent leurs futaies (1).

Pareille répartition des troupeaux, des cultures ou des richesses végétales sur l'ensemble du territoire tient à des causes variées. C'est surtout par Buenos-Ayres et Rosario que l'Argentine tout entière est en rapport avec les pays d'outre-mer, à la fois ses clients et ses fournisseurs. Ce sont les provinces les plus voisines de ces deux ports qui ont les premières attiré les immigrants et qui, les

(1) On trouvera, dans la publication si remarquable des *Annales de géographie*, t. XI, année 1902, un article de M. A. Vacher : *Géographie économique de l'Argentine*, où sont très bien présentés les travaux de Kœrger, Ch. Wiener, G. Lix Klett, etc., sur la République Argentine; nous y avons fait les plus larges emprunts.

premières, ont été exploitées, assurées qu'elles étaient d'écouler facilement leurs produits. La culture de la vigne s'est particulièrement développée dans la province de Mendoza depuis 1883, parce qu'à cette date fut achevée la ligne du *Gran Oeste Argentino* qui relie Mendoza aux ports de l'Est : elle conduit les vins de la région andine sur le principal marché intérieur de l'Argentine. Pour des raisons analogues, la culture de la canne s'est localisée de préférence dans la province de Tucuman : cette province communique avec l'Est plus facilement que Salta et Jujuy.



Fig. 4. — La Pampa. Marque des animaux au fer rouge.

Ce sont là des causes non pas secondaires, mais transitoires, dit fort bien M. A. Vacher; leur influence peut diminuer, sinon s'effacer avec le temps. Il en est d'autres permanentes : nature du sol, conditions climatiques.

Dans la province d'Entre-Rios entre le Parana et l'Uruguay, la formation tertiaire couvre de grandes étendues, présentant des couches alternatives de sable, de marnes, de calcaire, les eaux y sont abondantes, la flore y est variée,

les prairies entrecoupées de bouquets, de bois et d'arbustes; c'est une des régions les plus riches de l'Argentine au point de vue de la culture et de l'élevage. Sur la rive droite du Parana dans les provinces de Santa-Fé, une grande partie de celle de Cordoba, dans la province de Buenos-Ayres, s'étend à perte de vue la plaine, la *Pampa*, presque partout plate, couverte jadis uniformément d'herbes.

Le sol de la *pampa* est formé d'une sorte de lœss, que Reclus dit analogue à la « terre jaune de la Chine », formation éolienne, probablement, reposant sur une couche de marne argileuse dite, dans le pays, *Tosca*.

Ce lœss de la *pampa* est extrêmement friable, léger, difficile à maintenir, surtout avec le vent terrible de la *pampa*, le Pampero, qui soulève des tourbillons de poussière, déchausse les racines des plantes laissées ainsi à nu, enlève parfois au loin les graines légères elles-mêmes.

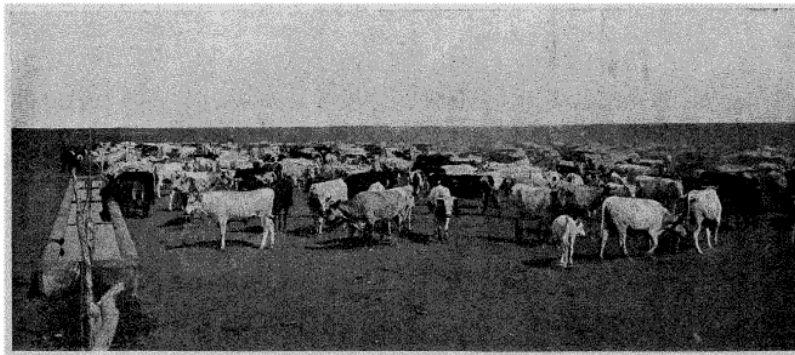


Fig. 5. — La Pampa. Un abreuvoir.

Mais ce sol est naturellement couvert d'une végétation très abondante de graminées, de légumineuses même, et aujourd'hui on y a établi de merveilleuses luzernières.

Au Nord de la *pampa*, s'étendent encore des plaines à l'Ouest et au Nord du massif granitique de Cordoba, mais ici ce sont des plaines nues, des nappes salines y étincellent sous les rayons solaires, c'est la formation du chânar du docteur Lorentz; plus d'herbes, l'aridité complète, sauf dans les endroits arrosés, qui, par contre, sont très fertiles et très riches.

Plus au Nord, le *Chaco*, dont la moitié septentrionale appartient à la République paraguayenne et qui doit son aspect particulier à des brousses épineuses, à des palmeraies, à des bois clairsemés ou touffus.

Au Sud de la *pampa*, dans la région du Colorado, du Rio Negro, les sables constituent de véritables dunes, vagues terrestres, qui se forment et se déforment

sous la pression des courants atmosphériques; ils y occupent des espaces considérables, ainsi que des lits de cailloux roulés, vastes craux desséchés, entre les crêtes des chaînes de granite et de porphyre, de l'intérieur de la Patagonie. Les sols d'alluvions bas et humides y sont les seuls cultivés.

Mais plus encore que le sol, les conditions climatiques, les quantités de pluie qui tombent dans les différentes régions, ont une influence marquée sur l'agriculture de l'Argentine.



Fig. 6. — Le Chaco.

Le blé. — C'est dans le Nord-Est de l'Argentine (territoire des missions) que les chutes de pluie sont les plus abondantes (2 mètres environ). Si, de cette région, on se dirige vers l'Ouest ou le Sud, les pluies diminuent progressivement; la diminution est plus rapide dans la direction de l'Ouest que dans celle du Sud. Aussi, le long des Andes, depuis la frontière nord de la République jusqu'au 39° latitude sud, s'étend une zone où la hauteur des pluies est inférieure à 0^m,20 (impossibilité de cultiver là le blé sans irriguer).

Il est, dans le Nord de l'Argentine, des régions où la chute annuelle des pluies atteint 0^m,70 à 0^m,80. Mais dans toute la région située au Nord du parallèle de Buenos-Ayres, les pluies d'été tendent de plus en plus à prédominer sur les pluies d'hiver à mesure qu'on s'avance de l'Est vers l'Ouest. Aussi, on compte que dans le Nord de l'Argentine une précipitation annuelle d'un

mètre au moins est nécessaire pour permettre la culture du blé sans irrigation.

Dans le Sud, la chaleur et l'évaporation sont moins grandes, la prépondérance passe peu à peu des pluies d'hiver aux pluies d'été, une moyenne annuelle de 0^m,40 suffit à assurer le développement du blé. Ces conditions ne sont point réalisées au sud d'une ligne de direction Nord-Ouest, Sud-Est, tirée entre Villa Mercédès et Bahia Blanca, et à Bahia Blanca, malgré le voisinage de la mer, l'irrigation est indispensable pour l'agriculture comme pour le jardinage.

Dans le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud de l'Argentine, l'insuffisance des pluies est le principal obstacle à la culture du blé. Dans le Nord-Est au contraire (Nord de la province d'Entre-Rios, de la province de Santa-Fé, province de Corrientes, territoire des missions), la trop grande abondance des pluies, jointe aux fortes chaleurs, nuit à la croissance normale du blé; dans une atmosphère chaude, la moyenne annuelle des précipitations atmosphériques dépasse-t-elle 1 mètre à 1^m,20, le chaume pousse aux dépens de l'épi; le grain est de mauvaise qualité et des maladies dues à des moisissures s'attaquent à la plante.

Le blé, somme toute, trouverait dans la plus grande partie de la République Argentine des conditions de température favorables à sa croissance. Même dans le Sud, les froids ne sauraient en empêcher la culture. Mais l'insuffisance de la chute annuelle des pluies l'exclut des régions du Nord-Ouest, de l'Ouest, et du Sud, à moins que l'irrigation ne compense l'insuffisance des précipitations atmosphériques.

C'est seulement autour de la région où le blé prospère déjà que la culture de cette céréale paraît pouvoir s'étendre sans avoir recours à l'irrigation (provinces de Buenos-Ayres, Santa-Fé, Entre-Rios et Cordoba). M. Kœrger, se fondant sur les exigences naturelles du froment, sur ses observations personnelles et sur les observations météorologiques faites depuis plusieurs années en territoire argentin, trace approximativement la limite suivante de l'extension possible du blé dans l'Argentine :

A l'Est, cette limite serait formée par la frontière politique entre l'Argentine et l'Uruguay, jusqu'au point où la frontière des deux provinces d'Entre-Rios et de Corrientes atteint le Rio Uruguay; au Nord, elle suivrait la ligne d'égale précipitation annuelle de 1 mètre, jusqu'à sa rencontre avec l'isotherme annuelle de 21° : elle embrasserait ainsi toute la province d'Entre-Rios, un coin insignifiant de la province de Corrientes, la province de Santa-Fé, moins le Nord-Est. Elle se dirigerait ensuite à travers la province de Cordoba vers le Sud-Est pour atteindre à Villa-Mercédès (province de San-Luis) la ligne d'égale précipitation annuelle de 0^m,40 et se confondre avec elle jusqu'à la côte Atlantique.

Le territoire compris dans ces limites (la province de Buenos-Ayres, à l'exception du Sud; la région orientale du lit de la Pampa; la province de Santa-Fé, à l'exception des départements de Vera, Reconquista, San Javier et Garay;

— la province d'Entre-Rios et, dans la province de Cordoba, les départements de San-Justo, Juarez Celman, Tercero, Abajo, Marcos Juarez, Union et Rio-Cuarto) représenterait, d'après les calculs de M. Kœrger, 64 millions d'hectares; déduction faite des pâturages nécessaires pour nourrir les animaux de labour et de trait employés au travail des champs, il resterait 48 millions d'hectares disponibles pour la culture du blé.

Or, les surfaces ensemencées en blé dans la République Argentine n'auraient encore atteint que 4 320 021 hectares en 1903-1904, malgré un accroissement très notable ces dernières années : puisque les emblavures en blé n'étaient que de 1 202 208 hectares en 1890-91; — 2 260 000 hectares en 1895-1896; — 3 379 000 hectares en 1900-1901.

D'après une étude par M. Carlos D. Girola, chef de l'Office d'agronomie à Buenos-Ayres, les progrès de la culture du blé sont surtout frappants dans la province de Buenos-Ayres, les emblavures en blé y ont passé en effet de 781 000 hectares en 1898 à 1 640 000 hectares en 1903. Après la province de Buenos-Ayres, la province de Santa-Fé est celle où l'on cultive le plus de blé.

Les variétés que l'on y cultive sont des variétés surtout d'Italie (Barleta et Rieti), des variétés de Russie et aussi de France (Bordeaux et Touzelles).

La culture du blé reste toujours jusqu'à présent, en Argentine, essentiellement extensive; si, dans la province de Buenos-Ayres, les rendements oscilleraient entre 600 et 1 600 kilos de grain par hectare avec un maximum de 30 000 kilos, en 1903 le rendement moyen pour l'ensemble du pays n'aurait été que de 777 kilos par hectare.

Le maïs. — Avec le blé, le maïs voit aussi d'année en année sa culture s'étendre dans la République Argentine : comme le blé, le maïs redoute la sécheresse, et s'il est exclu par là même de toutes les régions où la disette d'eau empêche le blé de prospérer, il s'accommode d'une humidité beaucoup plus grande; sa culture pourrait gagner tout le Nord-Est de la République Argentine d'après Kœrger, c'est-à-dire la région où la hauteur moyenne des pluies dépasse 1^m,20 d'eau par an (dans la province de Santa-Fé, les départements de Vera, Reconquista, San-Javier, Garay; dans la province de Corrientes, les territoires du Chaco, de Formosa, des Missions).

En 1890-1891, la surface cultivée en maïs aurait été pour l'ensemble de la République Argentine de 824 800 hectares, de 1 244 000 hectares en 1895; 1 403 000 hectares en 1901-1902, 1 500 000 hectares en 1902-1903.

D'après le recensement de 1895, sur les 1 244 000 hectares cultivés en Argentine, 1 023 000 hectares l'étaient sur les seules provinces de Buenos-Ayres, Santa-Fé, Entre-Rios et Cordoba.

En 1903, la République Argentine a exporté 2 161 653 tonnes de maïs. L'exportation du maïs cependant comporte de grands aléas. Le grain peut

paraître sec sans l'être, s'échauffer, fermenter pendant la traversée jusqu'en Europe, de là de nombreuses plaintes de la part des importateurs de maïs argentin. Toujours est-il que cette culture du maïs progresse en Argentine et est susceptible de grands progrès encore. Actuellement, plus de la moitié du maïs récolté en Argentine est exportée. Mais les Argentins les plus prévoyants comprennent qu'ils doivent adopter le système Nord-Américain, d'envoyer le maïs au marché *sur quatre pattes*, sous la forme condensée de viande de bœuf et de porc. Un des agriculteurs et éleveurs les plus expérimentés de la partie Ouest de la province de Buenos-Ayres, où on produit une partie du meilleur maïs et où les méthodes de culture sont relativement avancées, dit à ce sujet :

« Nous n'avons pas de marché sûr pour notre maïs. L'Europe peut nous en prendre beaucoup à un moment donné, et parfois ne pas en prendre du tout. Le Brésil et la colonie du Cap progressent trop lentement pour avoir quelque importance sous ce rapport. Par suite, nous avons grand soin de ne pas mettre en maïs tout ce que nous avons. L'avenir de cette culture dépend entièrement de la destination que nous saurons donner au maïs chez nous. Nous commençons à le faire. Quelques-uns sèment ce grain en vue d'engraisser des bœufs et des porcs à exporter. Beaucoup d'agriculteurs cultivent le maïs d'une manière primitive. Ils n'ont généralement aucune idée des distances convenant pour les semis, ni des façons culturales à donner. La plupart sont des illettrés ne s'étant jamais occupés d'agriculture avant de venir en Argentine. Dans ces conditions, les résultats qu'ils obtiennent sont surprenants. Ce sont principalement des Espagnols (de la Catalogne), et, depuis quelques années surtout, des Italiens. Ils obtiennent de 40 à 70 bushels à l'acre; des rendements de 90 bushels sont tout à fait fréquents dans les environs de Chacabuco (à 127 milles ouest de Buenos-Ayres). La majeure partie de la terre est louée, mais le nombre des petits propriétaires croît rapidement, et par suite les procédés de culture s'améliorent, comme le montre le nombre croissant de machines et instruments perfectionnés qui sont vendus. J'estime que le fait qu'une grande partie du maïs exporté doit servir à la distillation doit être attribué au manque de soin dans l'embarquement. »

« L'opinion prévaut parmi les meilleurs « estancieros » qu'ils doivent cultiver du maïs et l'employer à l'alimentation des bestiaux. L'un d'eux a offert des conditions très avantageuses à des producteurs de maïs nord-américains pour venir cultiver une partie de sa terre, convenant bien au maïs, et montrer comment il faut traiter cette céréale. Ces agriculteurs diffèrent des « colons » ordinaires; ils adoptent vite les nouvelles méthodes dès qu'ils sont convaincus qu'ils pourront en tirer des bénéfices. Une fois qu'ils ont entrepris quelque chose, ils s'y adonnent entièrement; c'est ce qu'ils ont fait pour la luzerne. Dès qu'ils s'apercevront que le maïs est l'autre chose dont ils ont besoin avec la luzerne pour la production

de la viande de bœuf, on les verra se lancer dans une nouvelle entreprise et cultiver le maïs eux-mêmes dans leurs vastes « ranches » pour « finir » leurs bestiaux. La réouverture des ports anglais au bétail vivant argentin (les Argentins l'espèrent) hâtera les progrès de la production du maïs; car les personnes bien au courant du commerce des bestiaux en Angleterre savent que les éleveurs argentins ne pourront jamais rivaliser avec leurs concurrents des États-Unis tant qu'ils ne « finiront » pas leurs bœufs, au moins pendant six mois, au régime du maïs. Au contraire, ils se hâteront moins d'adopter ce mode d'alimentation pour les bestiaux tant que les « frigoríficos » (établissements préparant la viande congelée ou refroidie) constitueront le seul moyen d'écoulement de leurs produits en Argentine, car alors il a moins d'importance surtout en ce qui concerne la viande de bœuf congelée. Ils assurent qu'actuellement l'alimentation du bétail en maïs ne serait pas rémunératrice; de fait, ils n'y recourent que dans de rares circonstances, en vue des expositions et pour d'autres raisons spéciales.

« Le chaume du maïs est encore très peu utilisé en Argentine. Habituellement il est enfoui à la charrue aussitôt que possible. Quelques-uns des cultivateurs les plus laborieux le rassemblent en rangées et le brûlent lorsqu'il est sec. Il est rarement coupé en vue de l'alimentation des bestiaux, ou pâturé par ceux-ci après l'égrenage. Ordinairement, les bestiaux trouvent du vert dans les pâturages tout l'hiver. On se préoccupe davantage dans les régions les plus avancées de faire pâturer le chaume sur place; avec le temps on fera usage de la moissonneuse américaine et on l'emploiera de la façon la plus avantageuse. »

Actuellement, le commerce ne distingue en Argentine que quatre variétés de maïs. Le *maïs jaune*, la variété la plus répandue, appréciée pour la distillation et l'engraissement, après avoir été écrasée en partie; le *morochó*, maïs blanc, pour les chevaux; le *Polenta* cultivé par les Italiens pour sa farine employée dans la bouillie, la *Polenta*; le maïs *Pisingallo*, provenant surtout de régions tropicales, peu cultivé; le *Criolla* ou maïs indigène, variété inférieure, mais que les sauterelles ne détériorent pas.

Enfin, le grand maïs nord-américain, *dent de cheval*, encore peu populaire, mais qui cependant, judicieusement cultivé, peut admirablement réussir en Argentine, et que M. Carlos D. Girola conseille beaucoup.

Le lin. — Parmi les plantes cultivées dont le développement a été le plus accentué, ces dernières années, en République Argentine il faut encore citer le lin; de 38000 hectares emblavés en lin en 1890-1891, nous voyons les terres semées en lin passer à 783000 hectares en 1901-1902, à 1303700 hectares en 1902-1903 et en 1904 la République Argentine aurait exporté plus de 800000 tonnes de graines de lin. C'est, en effet, jusqu'à présent uniquement pour sa graine que le lin est cultivé en Argentine.

Le lin en Argentine (1) étant exclusivement cultivé pour sa graine, on ne tire absolument aucun parti des fibres de la tige; lorsque la récolte des graines est terminée et que les tiges ont séché, on les brûle sur place, ou l'on s'en sert comme combustible pour chauffer les foyers des locomotives des machines à battre le lin.

On cultive le lin en *Argentine* dans les terres très riches de la zone du Parana, dans les provinces de Buenos-Ayres et de Santa-Fé. Là on cultive le lin commun; dans les autres provinces, on préfère une variété désignée dans le pays sous le nom de *linette*.

Dans la zone du Parana, le lin et le maïs sont les deux meilleures cultures; on arrive, en effet, à récolter sur les terres, il est vrai très riches, de 15 à 25 quintaux de graines de lin par hectare.

En s'éloignant de cette zone pour pénétrer dans l'intérieur, la terre perd peu à peu de sa fertilité et devient plus sablonneuse; et puis, dans ces contrées, outre la diminution de fertilité du sol et de rendement du lin par conséquent, les frais de transport sont plus élevés; aussi la culture du lin n'y est plus que l'accessoire: on s'en sert pour « faire la terre, » lui donner de la consistance aussitôt le défrichement.

Les semis se pratiquent pour le lin, en Argentine, à partir du 25 mai jusqu'au 15 septembre. Les semis de fin mai commencement de juin peuvent être comparés aux semis d'hiver d'Europe, ceux d'août et de septembre à nos semis de printemps.

Les semis de mai doivent supporter la rigueur de l'hiver; il arrive souvent qu'ils sont gelés; cependant les cultivateurs de la zone du Parana les préfèrent, parce qu'ils donnent un meilleur rendement et parce que, dans ce cas, le lin mûrit avant le froment.

Quand le lin vient sur défrichement d'une terre vierge, on opère de la façon suivante: on donne un léger labour de défrichement au printemps, en septembre-octobre, pour retourner soigneusement les racines des plantes spontanées; puis on donne un second labour avant l'hiver, labour qui croise le premier; on herse au besoin pour compléter l'ameublissement du sol.

Les semis se font toujours à l'aide d'un large semoir à la volée qui permet, à l'aide de trois chevaux, de faire jusqu'à 10 hectares par jour.

On ne sème que de 30 à 36 kilos par hectare; les jeunes plantes obtenues avec ces semis très clairs ont beaucoup d'espace et de nourriture, elles portent en général au moins cinq tiges ramifiées dans ces conditions.

Après le semis, on donne un coup de herse et de rouleau, et on se contente

(1) Je dois à l'obligeance de M. Hilleret, le fils d'un des grands propriétaires agriculteurs de ce pays, ces renseignements sur le lin dans la République Argentine.

le plus souvent plus tard, pour détruire une partie des mauvaises herbes ayant poussé avec le lin, d'un simple coup de herse.

Pour la récolte, on se sert de moissonneuses mécaniques; on laisse les javelles de lin sécher sur le champ, puis on en fait des meules et enfin on bat le lin à l'aide des batteuses ordinaires, la paille de lin servant à chauffer les machines dont les foyers sont construits en conséquence (leur capacité est plus grande que celle des foyers à charbon; les grilles en sont plus espacées).

Les rendements que l'on obtient varient suivant les terres : 12 à 18 quintaux dans les terres limoneuses du Parana, 7 à 15 par hectare seulement dans les terres les plus sablonneuses de l'intérieur.

Les frais de culture sont estimés à 27 piastres 90 par cuadra (1^{ha},68), location du terrain non comprise.

Quant au prix du lin, il est extrêmement variable : en 1902-1903, la graine s'est vendue en moyenne sur les marchés de Buenos-Ayres et Rosario 10 piastres par quintal; les années antérieures, on avait obtenu des prix encore plus élevés; en 1903-1904, le lin s'est vendu 7 piastres seulement le quintal.

À ce prix très bas, on calcule que le bénéfice laissé par la culture du lin en Argentine serait encore de 95 francs par hectare dans les conditions les plus favorables (terres fertiles, proximité des gares); de 65 à 75 francs dans la zone du Parana; de 40 francs par hectare dans l'intérieur de l'Argentine.

La luzerne. — Non moins grand et remarquable que le développement de la culture du lin a été celui de la luzerne en Argentine.

620 000 hectares en 1890-1891; 1 230 000 en 1901-1902; 1 320 000 en 1902-1903.

Cette légumineuse réussit admirablement, surtout dans la province de Santa-Fé, et se propage rapidement.

Lors de la guerre du Transvaal, les agriculteurs argentins ont expédié de grandes quantités de luzerne sèche dans l'Afrique du Sud, mais aujourd'hui et avec raison ils réservent la luzerne pour la nourriture de leurs troupeaux, qui, malgré leur diminution ces deux dernières années, restent la grande richesse de la République Argentine.

Désignation.	Surface cultivée.		
	1890-1891.	1901-1902.	1902-1903.
Blé	1 200 000	3 296 000	3 669 100
Lin	38 000	783 000	1 303 700
Mais	824 800	1 405 000	1 500 000
Autres grains	44 800	100 000	100 000
Luzerne	620 000	1 230 000	1 320 000
Arachides	12 000	24 100	24 100
Canne à sucre	25 400	46 000	46 000
Vignes	29 200	44 300	44 400
Tabac	5 200	12 690	12 700
Autres cultures	190 000	380 000	390 000
TOTAUX	2 989 400	7 341 090	8 440 000

Le tableau ci-dessus résumé l'augmentation de la surface cultivée dans la République Argentine pendant les dix dernières années.

Le troupeau argentin. — Nous empruntons à l'article déjà cité de M. A. Vacher les renseignements suivants sur les conditions naturelles, climat et sol de l'Argentine, qui ont déterminé la répartition du bétail dans cet immense pays.

L'élevage constitue la richesse de l'Argentine plus encore que la culture du blé et du maïs.

La répartition des troupeaux à la surface du territoire argentin s'explique par des considérations d'ordre éminemment climatérique.

Les provinces de l'Ouest souffrent de la sécheresse; elles manquent de pâturages; il faut y nourrir le bétail et les chevaux avec la luzerne qu'on fait pousser grâce aux irrigations; les territoires du Sud ont une végétation plus maigre encore. L'opposition s'accuse, comme pour l'agriculture, entre l'Ouest et le Sud plus pauvres, et l'Est plus riche en troupeaux (Buenos-Ayres, Santa-Fé, Entre-Rios, Cordoba et Corrientes).

La température et l'humidité de l'atmosphère ont autant d'influence que le pacage sur un troupeau qui, comme celui de l'Argentine, vit toujours en plein air et jamais à l'étable. Les bœufs et les vaches redoutent le froid, il n'est guère possible d'en propager l'élevage au sud de la province de Buenos-Ayres: les températures d'hiver sont trop basses, surtout quand brusquement le vent du Sud-Ouest ou *Pampero* se met à souffler. C'est surtout dans l'intérieur de la Patagonie, sur les grands plateaux gréseux, balayés par les vents, que les froids hivernaux sont vifs; on y observe souvent des températures de -20° et -24° .

Au contraire l'humidité ne les incommodent point: ils supportent 2 mètres de précipitations atmosphériques annuelles, et cette résistance leur permet, dans l'Argentine, de s'étendre jusque dans les régions sub-tropicales du Nord-Ouest, (Salta, Jujuy, Tucuman), et jusque dans le Nord-Est pluvieux (territoires de Formosa et des Missions. Les chevaux s'accommodent d'un climat analogue, à cette différence près, qu'une chute de pluie annuelle supérieure à 1^m,40 ne leur est pas favorable: leur aire d'extension vers le Nord est plus limitée que celle des bovidés; elle ne l'est pas moins au Sud. Les moutons sont moins exigeants et pour la température et pour la nourriture. Ils supportent le froid hivernal et les tempêtes de neige de la Patagonie; ils savent jeûner au besoin, quand la neige couvre de son manteau la terre; mais un climat trop humide leur est funeste, ils ne sortent pas de la région comprise à l'intérieur de la ligne d'égale précipitation annuelle de 1 mètre.

Ces considérations expliquent pourquoi ce sont précisément les provinces orientales, déjà riches pour la plupart en cultures de céréales, qui abondent

aussi en troupeaux. L'étendue des pâturages, la douceur du climat, le voisinage des centres d'exportation, tout concourt à y faire de l'élevage une entreprise particulièrement avantageuse. A partir de cette région favorisée, dans quelque direction qu'on s'éloigne, on rencontre de moins en moins de troupeaux, toutefois l'élevage est susceptible de développement en dehors d'elle, mais c'est seulement vers le Nord que l'élève des bœufs et des chevaux pourra s'étendre, et c'est dans le Sud que les moutons se réfugieront de plus en plus, si l'agriculture les chasse, comme elle a commencé à le faire, des prairies du Nord de la province de Buenos-Ayres ou de celle de Santa-Fé.

La statistique de 1895 donnait les chiffres suivants : sur le bétail de la République Argentine :

1895.	26 millions de bœufs et vaches.
—	92 — de moutons.
—	4447000 chevaux.
En 1900 M. Lix Klett l'estimait de la façon suivante :	
—	130 millions de moutons.
—	30 — de bêtes à cornes.
—	5 — de chevaux.

En 1903, un recensement partiel des produits de l'élevage argentin a démontré que le nombre des animaux a diminué sur l'ensemble du territoire dans une proportion de 4,98 p. 100.

La cause en est dans la transformation qui s'introduit progressivement dans les méthodes adoptées par les estancieros. L'étendue des terres mises en culture augmentant constamment, l'élevage se trouve refoulé, la charrue passe là où paissaient les bêtes à cornes, et celles-ci prennent la place des moutons qui se voient refoulés vers les territoires nouveaux. D'un autre côté, l'élevage, tout comme l'agriculture, a fait des progrès notables ces dernières années, mais ceux-ci se rapportent surtout à l'industrie laitière, à l'amélioration des races, à l'accroissement de l'effectif du bétail en vue de la production de la viande, ce qui impose l'extension des luzernières. A mesure que les prairies naturelles se transforment en champs de luzerne, la puissance de production se multiplie; ces prairies artificielles, éminemment favorables à l'engraissement des animaux, offrent la source la plus féconde des bénéfices pour l'éleveur.

Ne visant autrefois qu'à posséder une grande quantité d'animaux, les éleveurs de l'Argentine se préoccupent aujourd'hui de faire passer la qualité avant la quantité; ils ont pour la plupart éliminé les bêtes de race inférieure pour ne garder que celles qu'un croisement a déjà affinées.

Ne reculant devant aucun sacrifice pour améliorer les races, ils achètent fréquemment en Europe des taureaux valant 10 000, 15 000 francs et plus même. En 1904, on aurait vendu aux enchères, à Buenos-Ayres, un taureau Durham,

30 000 piastres, 66 000 francs, un bélier Hampshire, 4 200 piastres. Les propriétaires y trouvent un bénéfice immédiat et vendent leurs bœufs aux établissements frigorifiques au prix de 95 dollars papiers, alors qu'ils n'en tirent pas plus de 70 dollars lorsqu'ils sont de race pure indigène.

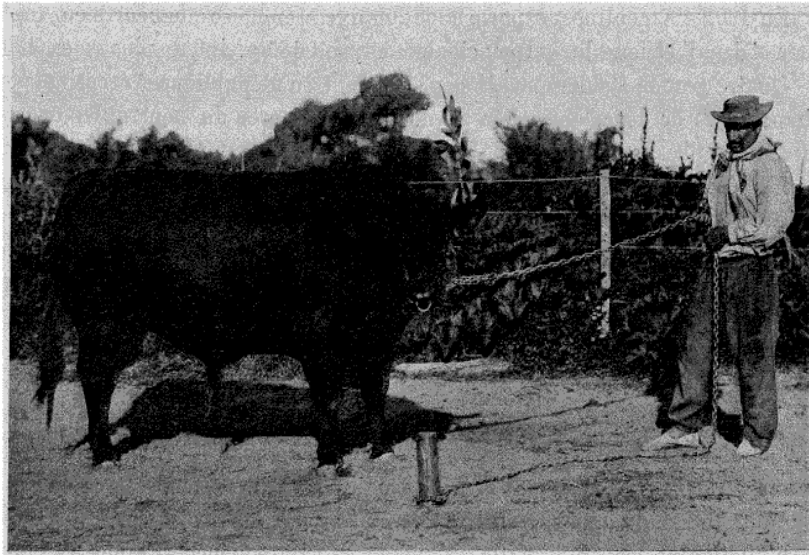


Fig. 7. — Taureau Aberdeen Angus, âgé de 4 ans (1 378 kil.), né et élevé en Argentine.

Les vues reproduites ci-jointes de quelques taureaux primés aux dernières expositions agricoles de l'Argentine indiquent, du reste, avec quel soin sont choisis les reproducteurs par les principaux éleveurs.

C'est de beaucoup le Shorthorn ou Durham, qui tient la place prépondérante dans le bétail bovin de l'Argentine; on le rencontre, en effet, soit comme pur sang, soit comme croisement, dans la proportion de 75 p. 100. Le Durham prospère surtout dans la région de Buenos-Ayres, alors que le Hereford et l'Angus lui sont préférés dans le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud. Plus au Nord, le Hereford plus particulièrement donne de meilleurs résultats.

Bien que la production de la viande, en raison de la nature et de l'importance du bétail, soit l'essentielle industrie des éleveurs, ceux-ci, depuis quelques années surtout, s'inquiètent vivement de la production du lait. Ils étudient cette question sous toutes ses formes, recherchant l'application des méthodes les plus perfectionnées, orientant de plus en plus la sélection de leur bétail bovin en vue de cette production.

Les races laitières sont, dès lors, l'objet d'une attention croissante. Les

Holsteins ont quelques fervents admirateurs; la race bovine flamande est élevée depuis quinze ans dans une estancia située près de Las Hiras (Buenos-Ayres). Le troupeau a été constitué par des animaux importés de Belgique.

On a croisé les races shorthorn et flamande, sélectionné les Shorthorn pures, meilleures laitières (1).

En 1902, l'Argentine a exporté 9308200 livres anglaises de beurre en Angleterre et dans l'Afrique du Sud principalement, soit 187 p. 100 de plus qu'en 1901.

Quatre grands établissements se distinguent en République Argentine pour l'importance de leur fabrication et de leur commerce du beurre. Ils opèrent suivant un plan assez uniforme.

L'Union Argentina est la principale beurrerie argentine. C'est une grande société coopérative dont la fabrication journalière est d'environ 18 tons de beurre. Elle comptait, en septembre 1902, 1134 fournisseurs de lait et de crème, membres ou adhérents, 43 stations d'écémage dans la province de Buenos-Ayres et 2 dans celle d'Entre-Rios.

L'industrie laitière est actuellement confinée aux deux tiers Nord de la province de Buenos-Ayres, au Sud et à l'Est de celle de Cordoba; elle comprend surtout les provinces de Santa-Fé et Entre-Rios, sauf leurs parties Nord trop chaudes. Non seulement elle progresse rapidement dans cette région, mais elle s'étend au delà surtout vers le Sud et l'Ouest. On peut s'attendre à ce que plusieurs millions de vaches soient traites d'ici deux ou trois ans et à ce que l'exploitation de beurre argentin augmente en conséquence (Franck W. Buknell, *Bulletin* du département de l'agriculture des États-Unis, n° 48) (2).

Les moutons. — Les bêtes à cornes, avons-nous dit, ont pris la place des moutons, qui se sont vus refoulés vers les territoires nouveaux. C'est dans le Sud de la République Argentine, dans les contrées encore peu connues hier et désignées sous le nom de Pampa-Central, Santa-Cruz, Rio-Negro, etc., que l'élevage du mouton est appelé à se développer, à mesure que les terres seront mises en exploitation (fig. 4).

Loin des voies de communication et avec une population très clairsemée l'élevage des moutons sur un terrain à bon marché constitue l'exploitation la plus avantageuse et le plus souvent la seule praticable. L'élevage du mouton est la première étape de la transformation du terrain.

C'est donc vers le Sud que se déplacera peu à peu la région de grande production de laine dont Bahia-Blanca paraît devoir devenir l'entrepôt.

(1) Voir au sujet du bétail argentin et spécialement des races laitières à introduire en Argentine une étude de M. Marcel Vacher dans le *Bulletin* de la Société nationale d'Agriculture, 1903.

(2) Avec 5 litres par jour, de rendement moyen, dans la province de Buenos-Ayres, l'industrie laitière serait rémunératrice.

Les statistiques récentes indiquent pour la République Argentine une diminution dans l'exportation des laines. Du 1^{er} octobre 1903 au 31 mars 1904, le total des embarquements dans les ports de la République Argentine se serait élevé à 309 037 balles contre 363 379 en 1902-1903 pendant la même période. La diminution de la production des laines doit être cherchée dans une production moindre par suite de la diminution du nombre des moutons, et puis l'abandon de l'élevage en vue de la production de la laine est un fait accentué en République Argentine comme en Australasie.

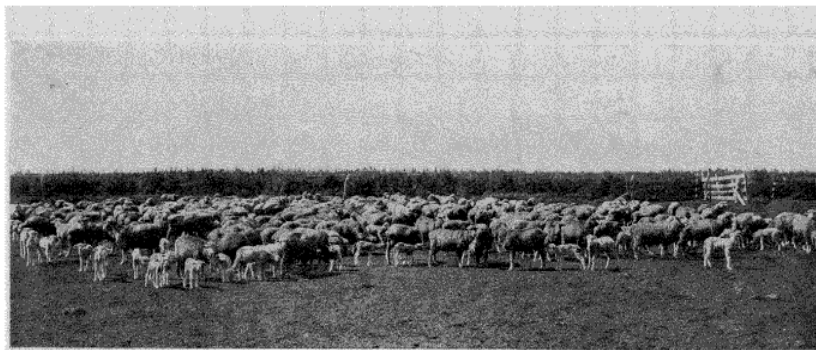


Fig. 8. — Troupeau de brebis mérinos.

La baisse du prix des laines, conjointement avec le développement de l'industrie frigorifique, avait engagé beaucoup d'éleveurs à produire des moutons pour l'abattoir surtout.

Autrefois la race mérinos était la race dominante en Argentine; voulant faire du mouton à viande surtout, les éleveurs, depuis lors, ont recherché des croisements avec le Lincoln, les Oxford et Shropshire-Down, etc.

Les éleveurs argentins vont-ils à nouveau modifier l'orientation de leur élevage, c'est possible, devant la hausse des laines fines de mérinos, très accentuée depuis trois à quatre ans. La laine mérinos est en effet devenue rare par suite du déficit énorme dans la production du mouton porte-laine (1).

Pour préciser ce que nous venons de dire au sujet de l'orientation de l'élevage en Argentine, voici quelques détails sur la composition d'une grande *estancia* de la province de Buenos-Ayres à la fin de 1904.

L'estancia de B... s'étend sur 35 000 hectares dont 10 000 aujourd'hui ont été mis en culture de blé et luzerne, le reste est en pâturage. L'estancia a

(1) Prix de la livre anglaise (453 grammes) de laine à Londres en francs et centimes. Laines mérinos fines. Argentine moyenne : 1900, 1 fr. 43; 1901, 1 fr. 35; 1902, 1 fr. 90, 1903, 1 fr. 95; 1904, 2 fr. 05. — D. Zolla, *Journal d'Agriculture pratique*, 1903.

dû être close par des fils de fer, qui courent ainsi sur une longueur de 240 kilomètres, et comme on compte 7 fils superposés par mètre pour former une clôture serrée et solide, pour cette seule propriété, la longueur des liens de fils de fer n'est pas moindre de 1680 kilomètres, ceci fait comprendre que dans une *estancia*, après le prix d'achat, la plus grosse dépense consiste dans la construction de la clôture en fils de fer, de l'*alambrado* (fig. 5).

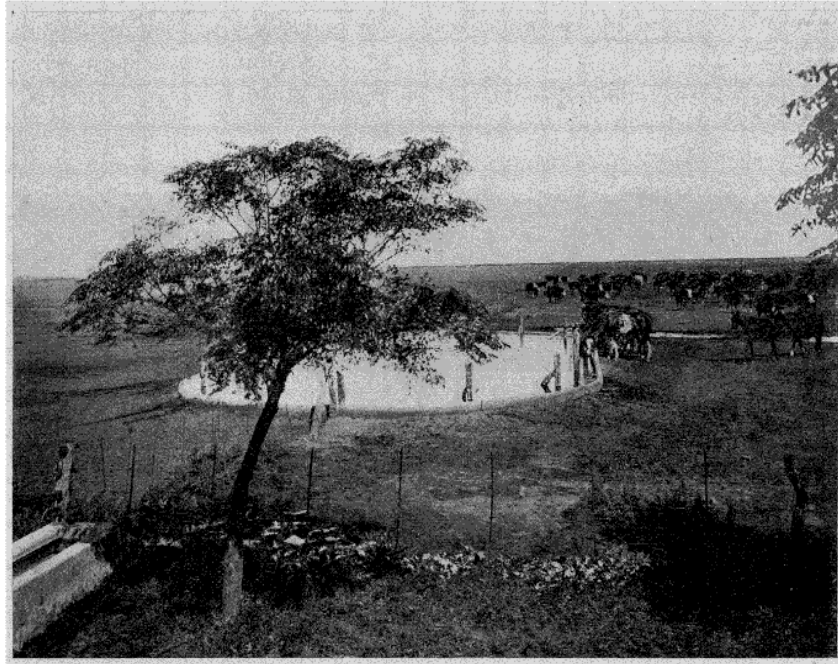


Fig. 9. — Abreuvoir dans la Pampa (clôtures en fils de fer).

A B... le troupeau comprend 20 000 moutons dont 8 000 mérinos, 7 000 hampshire, 1 500 shropshire, 2 500 southdown, 1 000 lincoln.

Les 6 000 bêtes à cornes appartiennent : 3 000 à la race Durham, 1 000 à la race Angus, 2 000 sont des métis.

1 500 chevaux complètent ce cheptel, dont 500 sont des métis *percherons shire*.

Cette estancia possède 5 dépôts pour les animaux, 2 pour les machines agricoles, 3 pour les fourrages et le blé, 5 bains pour soigner les animaux atteints de la gale, 8 moulins à vent pour faire marcher les pompes faisant monter l'eau.

De plus, cette estancia renferme un certain nombre de *corrales*, c'est-à-dire

d'enclos où l'on parque le bétail au moment où celui-ci a besoin de soins spéciaux, au moment de l'agnelage des brebis par exemple, etc. (fig. 6).

Ce n'est plus, du reste, l'élevage extensif sans soins qu'on a souvent décrit dans la Pampa.

Tel taureau de cette estancia a été payé l'an dernier 18000 piastres, 39600 francs.

La luzerne vient assurer une beaucoup meilleure nourriture que l'herbe de la pampa; pour achever l'engraissement des bœufs, on a employé dans cette même estancia le melass-cuit, mélange de bagasse de canne à sucre et de mélasse, mélange sucré que l'on a donné aussi aux brebis pendant l'allaitement de

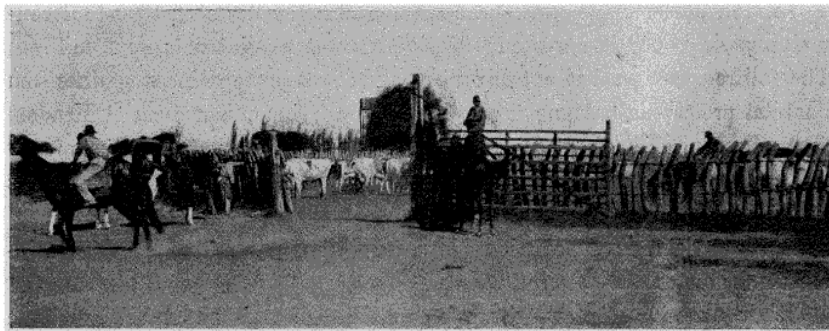


Fig. 10. — Corral de bœufs (sortie d'un bœuf du corral à l'aide d'un lazzo).

leurs agneaux. Il est vrai que le propriétaire de cette estancia possède dans une autre région de l'Argentine d'importantes cultures de cannes à sucre et une sucrerie.

La culture de la canne et l'industrie du sucre sont concentrées en l'Argentine presque exclusivement dans la province de Tucuman. Dans le Nord-Est de la République Argentine, dans le Nord du territoire du Chaco, dans les territoires de Formosa et des Misiones, les conditions climatiques sont cependant plus favorables à la canne que dans la province de Tucuman (ces régions sont plus arrosées, la température d'été y est plus élevée, on n'y a pas de gelées d'hiver à redouter), mais c'est dans la province de Tucuman qu'en 1830 la culture de la canne a été importée, elle s'est développée là où on l'avait tentée pour la première fois. En relations directes avec l'Est, Tucuman est demeuré le principal centre producteur de sucre en Argentine.

La production sucrière se présente en Argentine dans de moins bonnes conditions que dans les autres régions tropicales et subtropicales. Cependant, grâce à la protection assurée par le gouvernement de l'Argentine à l'in-

industrie sucrière, celle-ci a progressé : de 10 000 hectares en 1887, les plantations de cannes sont montées à 54 000 hectares en 1893. Il est curieux de noter, ici comme en Europe, combien cette industrie sucrière a une heureuse répercussion sur le développement économique général des régions voisines.

L'industrie sucrière en Argentine a été en effet une source considérable de richesse pour tout le Nord-Ouest de l'Argentine ; en assurant un travail rémunérateur à de nombreux ouvriers, un important trafic aux chemins de fer, en créant un débouché croissant pour les blés, les maïs, les animaux des provinces de Santa-Fé, pour les luzernes de Cordoba, les vins de Mendoza, etc. Mais encore ici comme en Europe, l'industrie sucrière a subi une crise ces dernières années, crise due à la surproduction.

La *vigne*, de son côté, qui n'occupait que 29 200 hectares en 1890-1891 couvrait plus de 44 000 hectares en 1902-1903, ayant produit près de 2 millions d'hectolitres de vins. Les coteaux pierreux et secs des provinces andines sont l'habitat préféré de la vigne, à condition qu'on irrigue. San Juan et Mendoza sont celles qui renferment le plus de vignobles, tant à cause de leur grande richesse en eaux courantes, qu'à cause de leurs relations plus directes avec les marchés de l'Est.

Sur le tableau des exportations de la République Argentine figurent maintenant chaque année le sucre et le vin.

Il n'y a pas jusqu'à des fruits frais que n'exporte maintenant la République Argentine ; le *Bulletin* de l'office des renseignements agricoles de mai 1904 publiait en effet la note suivante :

« Depuis environ deux mois, le ministère de l'Agriculture argentin a ouvert une exposition de fruits où affluent les échantillons, de prunes, de raisins et de pêches qui, par leur apparence, leur poids et leur saveur, seraient susceptibles de rivaliser avec les meilleurs produits d'Europe.

« A l'exemple de beaucoup d'autres, en Argentine, la culture fruitière et légumière a pris en peu d'années un développement incroyable qui, dès à présent, dépasse de beaucoup les besoins de la consommation locale. De cette abondance et de la préoccupation d'en tirer profit est née l'idée de l'exportation en Europe des fruits frais et des légumes.

« La Compagnie de la *Royal Mail* a débuté dans cette voie avec succès pour les fruits, et avec une réussite moindre pour les légumes. Les Messageries maritimes et les Chargeurs réunis dont les vapeurs possèdent des frigorifiques suivent dès maintenant cet exemple, chacun d'eux important quelques tonnes de pêches à destination de la France ou de l'Angleterre.

« Cette industrie naissante, autour de laquelle on fait beaucoup de réclame, ne laisse pas que d'inquiéter vivement nos producteurs algériens. »

Dans le tableau des exportations de la République Argentine que nous donnons plus bas figure, enfin, le Quebracho. Voici quelques renseignements que j'emprunte à M. A. Vacher sur la région du Nord de la République Argentine où on l'exploite (1) :

Le Quebracho. — Entre les provinces du Nord-Ouest, qu'enrichissent les cultures de canne, et celles de l'Est que les prairies et les champs de céréales se partagent, les territoires du Nord paraissent jusqu'à ces derniers temps fort déshérités : arrosés par des pluies dont la hauteur annuelle varie entre 0^m,75 et 1^m,50, ils présentent une succession de zones herbeuses et de zones forestières qui se juxtaposent sans se pénétrer. Le censeur argentin classe ce faciès végétal sous le nom de *Formacion del Chaco*. Dans les forêts, qui pour la luxuriance de la végétation et la vigueur des arbres rappellent la forêt subtropicale, domine une essence connue sous le nom de Quebracho Colorado (*Quebrachia Lorentzii* ou *Loscopterigium Lorentzii*). Le Quebracho Colorado mesure 12 à 15 mètres de hauteur, son diamètre varie entre 0^m,30 et 1 mètre, son bois est extrêmement dur, coloré en rouge et riche en matières tanniques; il demeure quasi imputrescible, enfoui dans l'eau, dans la terre ou exposé à l'air libre. On peut donc l'utiliser pour l'industrie de la tannerie; il est en même temps un excellent bois de construction et il fournit des traverses de chemins de fer et des poteaux télégraphiques singulièrement résistants.

Le bois de Quebracho a acquis ainsi une valeur économique appréciable sur le marché argentin, et il tend à devenir de plus en plus un article d'exportation. Le Quebracho se rencontre en abondance entre 30° et 22° lat. Sud et 58 et 65° long. W. de Greenwich; dans la région comprise entre ces limites, les réserves forestières de Quebracho occupent une superficie de 337 500 kilomètres carrés environ et représentant 168 750 000 tonnes. On a jusqu'ici exploité un million de tonnes de Quebracho. On voit quelles ressources possède encore à ce point de vue le Nord de l'Argentine et les bénéfices que le pays pourra retirer de leur exploitation.

Les deux tableaux suivants empruntés à une note du consulat général argentin en France et publiés dans le *Bulletin mensuel* de l'Office des renseignements agricoles (1904) indiquent l'exportation des produits agricoles et forestiers en 1902 et 1903 de la République Argentine :

(1) A. Vacher, *Annales de géographie*, 1902. Géographie économique de l'Argentine.

EXPORTATION DES PRODUITS AGRICOLES, FORESTIERS ET MINÉRAUX DE LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE PENDANT L'ANNÉE 1903.

PAYS de DESTINATION.	BLÉ.	LIN.	MAÏS.	SON.	AVOINE.	FARINE.	POURBE.	SUCRE.	QUÉBRACHO (Rozos.)	QUÉBRACHO (Extracto.)	MINÉRAUX en GÉNÉRAL.	BORAX.
Angleterre	Tonnes. 206 421	Tonnes. 402 326	Tonnes. 280 657	Tonnes. 4 228	Tonnes. 5 757	Tonnes. 5 211	Tonnes. 47 160	Tonnes. 21 876	Tonnes. 6 450	Tonnes. 2 093	Tonnes. 348	Tonnes. 1 520
France	57 261	73 287	427 516	2 463	22	61	774	»	4 063	416	8	1 583
Belgique	464 355	91 582	266 819	43 618	410	»	313	»	6 869	542	»	962
Allemagne	52 564	75 404	429 215	60 219	»	6	»	2	7 561	2 526	562	4 456
Italie	44 023	5 425	83 924	175	»	»	82	»	23 586	553	41	»
Espagne	3 977	492	23 741	4	1	»	461	»	»	»	»	»
Hollande	59 968	70 776	66 436	4 688	494	414	»	»	8 484	»	»	200
Russie	»	»	»	»	»	»	»	»	2 170	»	»	»
Portugal	49	»	8 437	27	»	22	523	7	»	»	»	»
Danemark	4 012	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
A. ordre	800 901	461 516	1 038 325	2 307	4 884	937	539	»	48 170	»	»	»
États-Unis	»	487	276	»	79	»	»	28	44 843	5 650	»	»
Afrique	48 657	1 619	420 826	8 747	18 369	1 456	42 078	»	1	1	»	»
Australie	99 007	»	7 259	497	241	2 432	290	»	1 440	»	»	»
Mexique	»	»	»	»	»	50	»	»	»	»	»	»
Cuba	»	»	960	5	»	2	»	»	»	»	»	»
Bésil	461 699	3 346	3 446	1 241	6	62 658	27 233	82	»	328	2	»
Chili	3	»	449	»	»	597	61	26	8	»	2	»
Bolivie	»	»	76	»	»	457	»	77	»	»	»	»
Paraguay	2 593	»	201	»	»	545	4	»	»	»	»	»
République orientale de l'Uruguay	72	370	170	8	43	1 526	552	45 807	2 582	43	»	»
Autres pays	»	4 240	3 200	»	»	»	»	»	2 528	»	»	»
Consommation	4	»	»	»	»	29	4	8	»	»	»	»
TOTAUX	4 672 233	587 570	2 461 653	94 933	27 197	75 582	89 890	37 966	435 115	44 832	933	5 721
TOTAUX antérieurs de 1902.	664 199	347 548	4 343 135	94 440	21 632	45 252	417 950	52 220	206 699	9 251	1 184	3 121

EXPORTATION DES PRODUITS DE L'ÉLEVAGE ET SES DÉRIVÉS DE LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE PENDANT L'ANNÉE 1903.

PAYS de DESTINATION.	MOUTONS congelés.	QUARTERS de BOEUF congelés.	LAINE.	PEAUX de MOUTONS.	PEAUX DE BOEUF.		PEAUX DE CHEVAUX.		VIANDÉ SAIÉE.	BIÈRE.	SUIF.	CRINS.
	Têtes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	esséchés.	saillés.	esséchés.	saillés.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Angleterre	3 096 792	59 705	8 511	3 480	660	541	4	4	127	4 348	19 075	83
France	"	"	89 730	31 698	950	2 551	"	"	35	"	1 369	48
Belgique	6	"	23 943	1 203	1 212	7 541	"	"	368	"	2 609	518
Allemagne	"	"	58 330	1 443	2 061	16 096	1 260	4 344	60	"	2 591	245
Italie	"	"	1 226	2 404	3 795	89	1	"	"	"	3 704	366
Espagne	"	"	4	41	3 134	420	1	"	81	"	7 021	"
Hollande	"	"	"	127	"	"	"	"	6	"	366	"
Portugal	"	"	"	"	41	"	"	"	28	"	484	"
A. ordre	"	"	"	"	"	791	"	"	"	"	716	22
États-Unis	"	"	10 094	775	9 535	875	209	612	280	"	"	639
Afrique	349 150	24 818	"	"	33	203	"	"	2	1 338	56	"
Cuba	"	"	"	"	"	"	"	"	1 466	"	28	"
Brésil	"	"	14	44	"	"	"	"	3 705	2	1 013	"
Chili	"	"	175	108	4	11	"	"	"	2	"	"
Bolivie	"	"	"	"	"	"	"	"	3	"	40	"
République orientale de l'Uruguay	"	"	520	482	2 061	1 170	25	"	1 875	2	450	320
Autres pays	"	"	"	"	11	"	"	"	"	"	"	"
Consommation	45	5	"	"	"	"	"	"	5	4	"	"
TOTAUX	3 445 993	84 528	192 547	41 475	23 464	30 288	1 500	1 987	11 041	5 696	39 199	2 241
Totaux antérieurs de 1902	3 294 175	88 615	197 234	50 327	26 043	31 295	1 463	2 469	20 468	4 231	46 142	2 753

Quels que soient les progrès réalisés en Argentine, beaucoup restent encore à faire, et la République Argentine est susceptible d'un développement économique beaucoup plus grand que celui qu'elle a déjà atteint actuellement. La culture, en effet, y est encore à l'état purement extensif presque partout; l'attribution, à quelques privilégiés, d'immenses étendues de la meilleure terre, a entravé le développement agricole de la République Argentine; mais aujourd'hui les grandes propriétés se divisent plus qu'autrefois.

Le gouvernement favorise la colonisation et l'immigration par tous les moyens pratiques. Le gouvernement national possède pour vendre et donner en bail ou louer 96 262 487 hectares, mais situés, il est vrai, et il faut bien le faire remarquer, dans les régions les moins favorisées comme climat pour la production des céréales et l'élevage du bétail (gouvernements de Santa Cruz, Chubut, Rio Negro, Chaco, etc.).

La loi des terres, sanctionnée par le Congrès argentin et promulguée le 8 janvier 1903 et qui abroge toutes les lois générales des terres, forêts et Yerbales édictées antérieurement, est conçue dans un esprit libéral et bon; mais cependant, comme le faisait remarquer M. Pierre Leroy-Beaulieu dans l'*Économiste français* du 11 février 1903, au point de vue de l'immigration, qui est vital pour la République Argentine (1), il faut avouer que la situation n'est pas aussi satisfaisante qu'on le souhaiterait.

	Immigrants.	Émigrants.	Différence.
1902.	96 080	79 417	16 663
1903.	135 076	116 835	38 241

Si avec le développement de la facilité des transports, il s'est établi un important courant d'Italiens, beaucoup de ceux-ci viennent travailler quelques mois à la récolte, puis retournent chez eux ou vont dans l'Amérique du Nord.

Sans doute, la République Argentine, dans les régions naturellement fertiles et se prêtant le mieux à la culture et à l'élevage, est déjà pourvue d'un important réseau de chemins de fer, comme on peut s'en rendre compte par la carte ci-jointe et les quelques chiffres que voici, qui donnent l'étendue du réseau argentin à différentes époques.

En 1867 le réseau total était de	571	kilomètres.
— 1880	—	2 515 —
— 1890	—	9 432 —
— 1902	—	17 377 —

Mais, néanmoins, de nombreuses plaintes se sont élevées, et, il semble, avec raison, sur les déféctuosités actuelles du transport des céréales, blé et maïs en

(1) La République Argentine pour son immense territoire ne compte que 5 millions d'habitants.

Argentine. Les grains, en sacs, à l'air libre, devaient attendre souvent des mois, avant de pouvoir être expédiés, le long des voies ferrées.

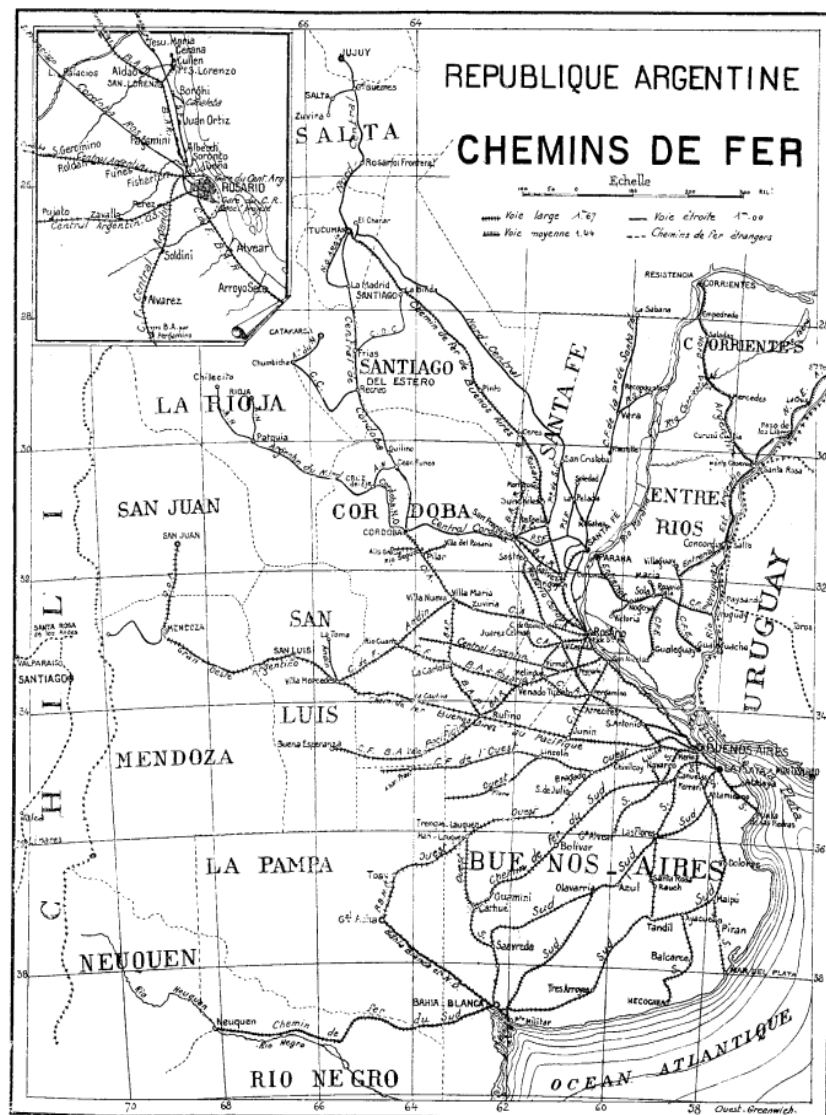


Fig. 11.

Une loi du Congrès argentin, promulguée le 17 avril 1903, oblige les Compagnies de chemins de fer à munir désormais toutes les stations de chemins de

fer de la région agricole d'abris pour le magasinage gratuit des céréales de toutes sortes; des élévateurs de grains, comme il en existe tant en Amérique du Nord, devront être établis dans les stations du pays qui sont considérées comme centres agricoles et dans les ports fluviaux et maritimes. Vous savez, d'autre part, les améliorations réalisées dans les ports comme Bahia Blanca, Buenos-Ayres, et vous vous rappelez tous la conférence de M. Hersent, l'an dernier, sur les travaux du port de Rosario, dont il nous a fait connaître les transformations.

Le développement économique de la République Argentine est donc appelé encore à largement progresser au cours du ^{xx}e siècle, mais prodigieux tel qu'il s'est révélé à la fin du ^{xix}e siècle, il est déjà du plus haut intérêt et doit préoccuper vivement l'opinion de nos vieux pays d'Europe. Que l'on songe, en effet, qu'avant 1810, il n'y avait pour ainsi dire pas de culture dans l'Argentine, il ne pouvait même pas y en avoir, puisque la loi des *Indias* défendait d'y cultiver les céréales pour obliger les habitants à s'approvisionner en Europe.

Après la proclamation de l'indépendance, on commença à faire quelques timides ensemencements. Ce ne fut qu'avec la vie de paix et de tranquillité inaugurée par la constitution de 1853 que la culture prit quelque extension.

La production fut toutefois, jusqu'en 1870, si limitée qu'elle ne pouvait suffire à la consommation locale et que le pays devait y pourvoir, en important d'Europe et même d'Australie les grains et farines nécessaires aux habitants.

Or, vous avez vu quel essor a pris depuis le commerce d'exportation de la République Argentine : les exportations se sont élevées, ces dernières années, à plus d'un milliard de francs, fournies presque exclusivement par les produits de l'agriculture.

AGRICULTURE

DISTRIBUTEURS D'ENGRAIS EN LIGNES

par **M. Henry Dupays**, ingénieur agronome, préparateur à la Station d'essais de machines.

Depuis un certain nombre d'années, des expériences pratiques, entreprises un peu partout, en France et à l'étranger, ont montré, qu'au moins pour certains engrais, il y avait une économie notable à en effectuer la répartition en *lignes* ou en *bandes*, à côté ou au-dessous du rang des plantes cultivées.

Des expériences de M. Th. Schlœsing ont montré que l'engrais répandu dans les lignes fournit un rendement plus élevé que la même quantité semée à la volée.

M. L. Grandeau, dans un article publié dans le *Journal d'Agriculture pratique* (n° 20 du 17 mai 1900, page 706) rapporte les expériences du docteur Kudelka, faites en même temps sur plusieurs points du territoire russe. Des fumures composées de 200 kilogrammes de nitrate de soude et de 300 à 500 kilogrammes de superphosphate, titrant 16 à 17 p. 100 d'acide phosphorique, ont permis de constater, dans la récolte des betteraves ainsi fumées, une différence de 33 p. 100 en faveur de l'épandage en lignes.

Les essais portèrent également sur l'application des boues de défécation, du superphosphate et de la poudre d'os, semé en ligne ou à la volée; 400 kilogrammes de superphosphate semés dans les lignes ont été aussi efficaces que 1200 kilogrammes de superphosphate ou 10000 kilogrammes de boues de défécation épandus à la volée.

« L'effet du superphosphate semé à la volée, ajoute M. Grandeau, avait diminué notablement le nombre des plantes malades, mais le même engrais appliqué en quantité moitié moindre dans les lignes a donné aux plantes une vigueur qui les a presque complètement protégées contre les atteintes de la rouille...

« Ce mode de distribution des engrais met à la disposition des jeunes plantes les aliments dont elles ont besoin lorsqu'elles ont consommé les réserves de la graine, leur donnant ainsi une vigueur qui leur permet de résister à l'atteinte des parasites et de parcourir ensuite dans les meilleures conditions les phases de leur développement. »

La connaissance des résultats de ces expériences, appuyées par des pratiques antérieures, et la création d'appareils spéciaux permettant l'épandage de l'engrais entre les lignes de plantes eurent en particulier pour effet de provoquer des concours spéciaux de distributeurs d'engrais en lignes. C'est ainsi, qu'en 1902 et 1903, la Société d'agriculture de Pithiviers (Loiret) et le Comice agricole de l'arrondissement de Lille invitaient les constructeurs à venir leur montrer la manière la plus économique d'employer le nitrate de soude en couverture sur différentes cultures, en particulier sur les cultures de betteraves.

Les appareils présentés « firent du bon travail ». Nous avons pu nous procurer un distributeur analogue à ceux essayés; nous le devons à l'amabilité de MM. Chalifour et C^{ie}, 24, rue Vicq-d'Azir, à Paris, qui ont bien voulu nous confier un distributeur de nitrate à deux rangs construit en Hongrie; nous adressons ici à ces messieurs l'expression de nos sincères remerciements.

Nos essais ont été faits avec du nitrate de soude du Chili, très aimablement mis à notre disposition par le Comité permanent du nitrate de soude (M. Trupel, délégué, 60, rue Taitbout, Paris) en vue de recherches antérieures. Les expériences ont été effectuées à la Station d'essais de machines du ministère de l'Agriculture (rue Jenner, 47, Paris, XIII^e), sous la direction de M. Max Ringelmann, à l'inépuisable bienveillance duquel nous avons eu recours; ses conseils nous ont été précieux et nous sommes heureux de pouvoir le remercier tout particulièrement.

Avant d'indiquer les résultats que nous avons obtenus, nous voulons exprimer toute notre gratitude au Comité d'Agriculture de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, qui a bien voulu nous voter une subvention.

Distributeurs d'engrais en lignes. — Le semoir qui servit au docteur Kudelka, pour ses expériences que nous citons plus haut, était un semoir de Mélichar, constructeur à Prague. Il se composait principalement de deux caisses accolées, « dont l'une distribuait la semence et l'autre l'engrais : les pieds du semoir à engrais pénétraient dans le sol à deux pouces environ plus bas que ceux du distributeur de semence ».

Ces semoirs mixtes, qui répandent l'engrais en dessous du rang des plantes cultivées, sont connus depuis longtemps déjà. Remarqués dans la section anglaise de l'Exposition de 1853, ils furent un peu délaissés à partir de 1867, à la suite des résultats très variables obtenus. L'inconvénient de ces machines est qu'elles sont compliquées, volumineuses; l'économie de matériel n'est qu'apparente et réside surtout dans la carrosserie; de plus, ces appareils présentent une grande résistance à la traction par suite du coefficient de roulement, qui est très élevé.

Depuis quelques années, on revient aux distributeurs d'engrais en lignes, répandant l'engrais à côté des rangs de plantes cultivées. Déjà, à l'Exposition universelle de 1900, dans la section allemande, la maison *Fr. Dehne*, de Halberstadt (Allemagne), présentait un distributeur d'engrais en ligne pour la culture des betteraves à sucre. Notre excellent maître, M. Max Ringelmann, dans son très intéressant ouvrage sur *Le Matériel agricole à l'Exposition de 1900*, en donne, à la page 54, la description suivante :

« La machine, montée en brouette, est portée par une grande roue qui, par engrenages, actionne de chaque côté deux petits distributeurs à palettes, garnis l'un de broches radiales, l'autre, au-dessus des orifices d'écoulement, de broches et de palettes triangulaires. L'engrais est envoyé dans des tubes et tombe à la surface du sol, à droite et à gauche de chaque rang de betteraves; la roue passe au milieu d'une interligne, et l'on travaille deux rangs à la fois. »

A cette époque, apparurent également quelques modèles disposés de façon à épandre le nitrate sur les lignes de betteraves, dans le but de prévenir l'épandage inutile entre les lignes; on parait ainsi, disait-on, aux difficultés résultant de la quantité relativement restreinte de nitrate à répandre à l'hectare. Cette façon de procéder n'est pas sans inconvénient; le nitrate peut, en se dissolvant dans une petite quantité d'eau, former des solutions concentrées nuisibles aux jeunes feuilles.

Nous citerons aussi le semoir construit par la *Coopérative agricole du Nord* : les palettes de l'agitateur sont disposées en hélice.

Différents modèles construits à l'étranger reposent sur le même principe. L'un d'eux est construit par la maison allemande *C. Krätzig et fils*. Dans cet appareil, chacun des deux distributeurs est formé par deux disques à dents, en forme de scie circulaire, montés sur un axe horizontal garni de plusieurs petites palettes. Les orifices d'écoulement sont pratiqués dans la paroi inférieure du coffre du semoir; les dents des disques les traversent. La plus ou moins grande ouverture de ces orifices est obtenue au moyen d'un levier. La paroi inférieure du coffre porte quatre roues dentées à axe vertical, engrenant chacune avec un des disques dentés, dans le but de détacher le nitrate adhérent aux dents et de le faire tomber dans deux tubes bifurqués.

Le semoir à nitrate que nous avons étudié est construit en Hongrie, par la maison *Antonin Dobry*. Il est également monté en brouette, construite entièrement en fer. Il est porté par une grande roue dont le diamètre est tel que le semoir avance de 2 mètres par tour de roue. Le coffre dans lequel on verse l'engrais est un tronc de prisme de 0^m,60 de largeur sur 0^m,23 de hauteur; il est muni d'un agitateur cylindrique garni de tubes en fer coudés deux fois à angle droit. Deux distributeurs, placés à la partie inférieure du coffre, sont deux petits cylindres de 0^m,073 de diamètre; les génératrices ont 0^m,06 de longueur; les

deux cylindres sont garnis de petites dents prismatiques disposées régulièrement sur quatre rangées perpendiculaires à la direction des génératrices. Les dents passent à travers des orifices de section rectangulaires découpés dans des plaques en fer qui peuvent s'approcher ou s'éloigner plus ou moins des cylindres par l'intermédiaire d'un système de leviers articulés. Le mouvement est obtenu en agissant sur une tige munie d'une poignée et d'une aiguille qui se déplace sur un cercle gradué, dont les divisions, numérotées de 1 à 9, correspondent à des débits à l'hectare successivement croissants.

Les distributeurs sont montés sur un axe horizontal qui reçoit son mouvement de la roue motrice par une chaîne et une roue dentée. L'embrayage est obtenu à volonté par un levier à proximité des poignées de la brouette.

La roue motrice, fait tourner les distributeurs. Les dents, en passant dans les orifices de la plaque, entraînent au dehors l'engrais : quand la distance est suffisamment grande, le nitrate s'écoule non seulement par les orifices, mais par le vide qui existe alors entre la plaque et les cylindres. Il est reçu dans tous les cas dans deux entonnoirs terminés chacun par deux tubes bifurqués qui le déposent à droite et à gauche de chaque rang de betteraves.

Ce semoir a été construit spécialement en vue de l'épandage du nitrate de soude. C'est pourquoi nous allons rappeler ici les différentes caractéristiques de cet engrais, que nous avons obtenues au cours de recherches antérieures, effectuées avec du nitrate du Comité permanent du nitrate de soude du Chili.

Teneur en eau.		1,27 p. 100		
Degré de finesse.	} Taux p. 100 au tamis n° 10.	10 —		
		— — — n° 25.	33 —	
		— — — n° 50.	56 —	
		— — — n° 80.	4 —	
Poids spécifique Δ		2,23		
Densité apparente D.		0,930		
Volume des vides.		58,3 p. 100		
Talus naturel.		50 degrés.		
Poids d'une décimètre cube de nitrate.	{ non tassé.	100		
	{ après tassement.	117		
Volume des vides après tassement.		31,7 p. 100		
Coefficient de frottement du nitrate.	{ sur lui-même.	1,203		
		{ sens des fibres.	0,990	
			{ sens perpendiculaire.	1,06
				{ sur la tôle. . . . .	0,997
	{ sur le verre.	1,337		
Profondeurs de pénétration (en mm.) dans du nitrate tassé, par une règle prismatique à section carrée de 1 centimètre de côté, supportant des poids de	{ 0 ^{kg} ,500.	46 mm.		
		{ 1 kg.	23 —	
		{ 2 kg.	38 —	
		{ 5 kg.	65 —	
		{ 7 kg.	71 —	

Les expériences ont été faites sur la prairie de la Station d'essais de machines, sur des distances de 100 mètres, avec du nitrate de soude finement broyé. Le coffre était complètement rempli avant chaque expérience.

Nous avons déterminé : Les différents débits correspondant aux différentes ouvertures des orifices d'écoulement et leurs variations; les variations par rang; les variations dans chaque rang.

Variations du débit. — Le semoir étant en fonctionnement, nous avons recueilli séparément et pesé l'engrais s'écoulant par chacun des quatre tuyaux de descente. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Ouvertures des orifices d'écoulement.	Poids d'engrais distribués pendant un parcours de 100 mètres		Totaux. Grammes.
	sur le 1 ^{er} rang. Grammes.	sur le 2 ^e rang. Grammes.	
1.	152	155	307
	139	153	292
	138	155	293
	139	156	295
	Total. . .		1 187
	Moyenne.		297
4.	256	215	471
	264	234	498
	229	236	465
	231	229	460
	225	244	469
	237	232	469
	236	239	475
	Total. . .		3 307
	Moyenne.		472
7.	708	734	1 442
	672	742	1 414
	734	774	1 508
	651	668	1 319
	684	669	1 353
	698	604	1 302
	712	679	1 391
	Total. . .		9 729
	Moyenne.		1 387
Maximum. . . .	2 590	2 454	5 044
	1 968	2 474	4 442
	2 030	1 872	3 902
	2 182	2 230	4 412
	2 106	2 124	4 230
	1 980	2 418	4 398
	1 664	2 548	4 212
	Total. . .		30 640
	Moyenne.		4 380

Ainsi, le poids total d'engrais distribué par la machine varie constamment, peu pour les petits débits, davantage pour les grands, et les variations sont d'autant plus grandes que le poids distribué est plus grand lui-même.

Du tableau précédent, nous pouvons extraire les poids totaux minima et maxima correspondant à chacune des ouvertures des orifices d'écoulement que nous avons envisagées. Mais, pour généraliser les résultats obtenus et pouvoir en dégager des conclusions nettes et précises, nous allons représenter par 100 le poids total *moyen* d'engrais distribué dans chaque cas étudié, et calculer ensuite ce que deviennent alors les poids *minima* et les poids *maxima* obtenus dans chaque série d'expériences. Leur différence avec 100 dans un sens ou dans l'autre nous donnera les *variations* minima et maxima rencontrées dans la distribution de l'engrais.

Ces différents chiffres sont groupés dans le tableau qui suit :

Ouverture des orifices d'écoulement.	Poids total moyen distribué. Grammes.	Minimum.		Maximum.	
		Poids distribué. Grammes.	Rapport, la moyenne étant 100. P. 100.	Poids distribué. Grammes.	Rapport, la moyenne étant 100. P. 100.
1	297	292	1,7	307	3,3
4	472	460	2,6	498	5,5
7	1 387	1 302	6,1	1 508	9,1
Maximum . . .	4 380	3 902	10,9	5 044	15,4
Moyennes	»	»	5,32	»	8,25

La seule lecture de ce tableau montre immédiatement que les variations dans les deux sens sont d'autant plus grandes que l'ouverture des orifices d'écoulement est plus grande.

Cela s'explique d'ailleurs fort aisément. C'est dû à l'action des secousses répétées, subies par le semoir en se déplaçant sur le terrain; ces secousses ont pour conséquence directe de provoquer le tassement de l'engrais, et, partant, d'augmenter le poids d'un même volume de cet engrais. Bien que le nitrate soit parmi tous les engrais celui qui se tasse le moins (de 0 à 17 p. 100 seulement, comme nous l'avons constaté au cours de nos recherches antérieures), l'influence des secousses ne s'en fait pas moins sentir, et les variations dans les poids des volumes distribués augmentent avec ces volumes eux-mêmes.

On peut interpréter graphiquement les résultats obtenus. Il suffit pour cela de porter sur l'axe des *x* les poids totaux moyens d'engrais distribués par le semoir, et sur l'axe des *y* les taux p. 100 des variations minima et maxima, calculés comme nous l'avons indiqué plus haut.

En joignant les points obtenus dans chaque série de variations, nous obtenons deux courbes : la courbe des variations minima, et la courbe des variations maxima.

Voisines l'une de l'autre, ces deux courbes ont même allure; on peut les assimiler à deux arcs de parabole dont l'axe des x est la direction asymptotique. A partir donc d'un certain débit, les variations rencontrées seront insignifiantes.

En additionnant les ordonnées correspondant à une même abscisse et considérant les points ainsi obtenus, on remarque qu'ils se trouvent sur une courbe analogue aux deux autres: c'est la courbe des variations totales, à laquelle s'appliquent les conclusions précédentes.

Une partie seulement de ces courbes nous intéresse en pratique. Pour le voir, nous allons rapporter les poids distribués à l'hectare. Les lignes de betteraves étant espacées en moyenne de 40 centimètres, un hectare comprendra donc 250 lignes de 100 mètres chacune. Le semoir étudié répandant le nitrate sur deux lignes à la fois, il suffira de multiplier par 125 les résultats obtenus pour avoir le débit à l'hectare. Cela nous donne les chiffres suivants:

Ouverture des orifices d'écoulement.	Poids totaux distribués pour un parcours de 100 mètres.			Débit à l'hectare.		
	Minimum.	Maximum.	Moyen.	Minimum.	Maximum.	Moyen.
	gr.	gr.	gr.	kilog.	kilog.	kilog.
1.	292	307	297	36,50	38,37	37,12
4.	460	498	472	57,50	62,25	59
7.	1 302	1 508	1 387	162,75	188,50	173,37
Maximum.	3 902	5 044	4 380	487,75	630,50	548,50

On emploie quelquefois le nitrate de soude en couverture sur l'avoine, l'orge, les céréales de printemps, à des doses variant de 80 à 100 kilogrammes à l'hectare; les doses les plus généralement adoptées sont 150 et 200 kilogrammes, en particulier pour les betteraves à sucre. On va même jusqu'à 400 et 500 kilogrammes: ce sont des doses maxima.

Ces chiffres nous montrent que le semoir sera surtout employé aux débits correspondant aux ouvertures des orifices d'écoulement indiquées sur le cercle gradué par les divisions 6, 7 et 8. Or, pour ces divisions, les variations que nous avons rencontrées sont d'environ 6 p. 100 en moins et 9 p. 100 en plus de la moyenne.

On admet généralement que ces variations de distribution, pour un semoir à grains, ne doivent pas dépasser 4 à 5 p. 100 en plus et en moins de la moyenne. Il est absolument inutile de demander autant de précision à un distributeur d'engrais, et les chiffres que nous avons obtenus nous donnent donc un résultat très satisfaisant.

D'ailleurs M. Perrot, agriculteur à Senires (Loiret) a utilisé cette brouette et s'en déclare très satisfait. Un de ses ouvriers a répandu, avec ce semoir, 96 kilogrammes de nitrate sur une étendue de 115 ares de betteraves en cinq heures et demie. L'engrais a donc été distribué à la dose de 80 kilogr. à l'hectare. Le tra-

vail s'est effectué sans fatigue, et M. Perrot estime qu'un bon ouvrier à la tâche pourrait, en une journée, répandre l'engrais sur près de 3 hectares.

Un raisonnement bien simple nous permettra d'arriver à une conclusion identique. Un ouvrier, marchant à une allure de 4 kilomètres à l'heure, pourra pousser cette brouette pendant dix heures par jour. Mais, comme il ne faut tenir compte que de quarante-cinq minutes de travail effectif par heure, cet ouvrier ne parcourra que $3\frac{3}{4}$ (4×10) ou 30 kilomètres dans sa journée, ce qui représente, à raison de 12 500 mètres à parcourir pour fumer un hectare de betteraves, 2 hectares $\frac{4}{5}$ de fumés par jour.

Variations par rang. — Le semoir devant alimenter en nitrate deux rangs de betteraves à la fois, il était intéressant et utile de rechercher comment se comportait chacun des deux distributeurs pris séparément.

L'examen des chiffres du premier tableau nous renseigne immédiatement sur ce point; ils nous montrent que le distributeur de gauche répand tantôt plus, tantôt moins de nitrate que celui de droite, et cela pour une même ouverture des orifices d'écoulement, et que les différences présentées augmentent au fur et à mesure que le débit à l'hectare augmente.

Les variations par rang présentées dans la distribution ont été les suivantes :

Grammes.		
Débit N° 1.	3	Soit en moyenne : 13 grammes.
	14	
	17	
	17	
Débit N° 4.	41	Soit en moyenne : 15 grammes.
	30	
	7	
	2	
	19	
	5	
Débit N° 7.	3	Soit en moyenne : 42 grammes.
	26	
	70	
	40	
	17	
	15	
Débit maximum.	94	Soit en moyenne : 312 grammes.
	33	
	136	
	506	
	158	
	48	
	18	
	438	
	884	

Comme on le voit, ces variations sont insignifiantes, car les plus intéressantes pour nous, celles observées avec le débit n° 7, correspondent à des variations de débit de 5 kilogrammes à l'hectare, avec un minimum de 2 kilogrammes et un maximum de 12 kilogrammes. Elles ne peuvent avoir, en pratique, aucune influence sur le développement ultérieur de la végétation.

Variations dans chaque rang. — Nous avons vu que le nitrate est répandu à droite et à gauche de chaque rang de betteraves. On pourrait se proposer de rechercher les variations qui surviennent dans les poids de nitrate ainsi distribué; mais il suffit de remarquer que ces variations ne présentent qu'une importance tout à fait secondaire au point de vue pratique.

D'ailleurs, ces variations ne peuvent suivre une loi régulière. Elles dépendent tout d'abord des secousses reçues par le semoir; elles sont de plus en relation directe avec la plus ou moins bonne disposition des tubes de descente, la position plus ou moins exacte de la palette séparatrice, l'horizontalité de l'appareil.

Nous indiquons cependant ci-après, à titre de renseignements, quelques-unes des observations relevées au cours de nos expériences :

Ouverture des orifices d'écoulement.	Poids d'engrais distribué pour un parcours de 100 mètres.					
	Sur le 1 ^{er} rang.			Sur le 2 ^e rang.		
	A gauche.	A droite.	Total.	A gauche.	A droite.	Total. Grammes.
1	79	60	139	83	68	153
4	114	113	229	127	109	236
	130	126	256	102	113	215
7	321	377	698	321	283	604
	369	315	684	317	352	669
	1 234	796	2 030	772	1 110	1 882
Moyenne. .	1 038	930	1 968	694	1 780	2 474
	1 910	680	2 590	1 392	1 072	2 464

Comme c'était à prévoir, les variations sont les plus sensibles au débit maximum; la remarque faite précédemment nous permet de ne pas insister davantage à leur sujet.

Causes de variations du débit. — Nous avons étudié plus haut l'influence des secousses répétées subies par le semoir se déplaçant dans les champs; par suite de ces secousses, les variations du débit sont d'autant plus grandes que les ouvertures des orifices d'écoulement sont elles-mêmes plus grandes.

L'état de *finesse* du nitrate est également à considérer. Nous avons opéré avec du nitrate finement broyé, d'une densité apparente de 0,930. Cette densité apparente, que nous avons définie comme étant le poids apparent

d'un décimètre cube obtenu dans des conditions particulières, est sensiblement supérieure lorsque le nitrate n'est pas broyé, et peut aller à 1,031. Rien d'étonnant, dès lors, que la grosseur des morceaux puisse influencer sur le débit.

Les morceaux assez volumineux, atteignant la grosseur d'une noisette et des grosseurs supérieures, en arrivant à la partie inférieure du coffre, sont amenés entre la paroi du coffre et le distributeur ; les dents dont il est garni découpent une petite masse de nitrate et l'entraînent devant elles pour la faire tomber dans les tubes ; les dents des rangées voisines arrivent à leur tour et enlèvent chacune une nouvelle petite quantité de nitrate. Le mouvement du cylindre et de l'agitateur amène à chaque instant la masse de nitrate dans une position nouvelle devant les dents du distributeur ; au bout de quelques instants, la masse est complètement déchiquetée ; le distributeur a fait l'office d'un broyeur. Le seul effet produit a été d'arrêter le débit pendant le temps très court qui sépare le passage au même point de deux dents consécutives d'une même rangée.

L'état d'humidité du nitrate a plus d'importance ; on sait, en effet, que le nitrate de soude est très hygroscopique, et l'on pourrait craindre que, dans des conditions très défavorables à ce point de vue, il ne vienne à se produire une obstruction des orifices de sortie.

Nous avons fait fonctionner le semoir avec du nitrate très humide et n'avons pas eu d'obstruction. Dans ces conditions, les dents du distributeur produisent leur maximum d'effet utile ; l'écoulement, aux débits généralement employés, ne se produit plus qu'au passage des dents. Le débit du semoir se trouve diminué dans des proportions sensibles.

Il y a donc lieu de n'opérer autant que possible qu'avec du nitrate bien sec et finement broyé au moment de l'emploi.

Épandage d'engrais autres que du nitrate. — Bien que ce semoir ait été spécialement construit pour le nitrate, il était intéressant d'examiner comment il devait fonctionner, soit avec d'autres engrais, soit avec un mélange de nitrate et d'engrais différents.

On recommande, en effet, pour avoir un engrais qui soit fluide sans être poussiéreux, d'ajouter au nitrate soit du sang desséché, soit du guano de poisson, soit du tourteau, soit du plâtre, soit même simplement de la terre ou du sable fin. Il arrive également que l'on répande un mélange de superphosphate et de nitrate, bien que cette pratique ne soit pas à recommander, l'acidité du superphosphate pouvant occasionner des pertes d'azote par volatilisation.

Nous avons donc essayé, dans le semoir étudié, mais sans en relever cette fois les débits, les différents engrais et mélanges suivants :

Nitrate et sable fin.	} (En proportions égales.)
Nitrate et sang desséché. . . .	
Nitrate et viande desséchée. .	
Superphosphate.	
Nitrate et superphosphate. . .	(Mélange fait au moment de l'emploi.)

Dans chacun des cas envisagés, le semoir a parfaitement fonctionné et la distribution a semblé régulière.

On peut d'ailleurs prévoir avec assez d'exactitude quelles seraient les variations des débits obtenus dans ces différents cas, comparées aux variations obtenues dans l'épandage du nitrate. Nous avons vu, en effet, que les secousses reçues par le semoir et le degré de finesse de l'engrais sont, le taux d'humidité mis à part, les facteurs dont l'influence est la plus sensible sur les variations de la distribution. Il suffit alors de se reporter aux caractéristiques de chacun des engrais considérés. Nous pourrions ainsi conclure que les variations de débit, lorsqu'on sèmera le superphosphate, seront un peu plus considérables que lorsqu'on sèmera du nitrate. Le superphosphate est en effet beaucoup plus fin (30 p. 100 au lieu de 1 p. 100 passent au tamis 80); les secousses ont à peu près le même effet, augmentant le poids d'un volume déterminé : de 17 p. 100 pour le nitrate et de 18 p. 100 pour le superphosphate.

En somme, l'appareil essayé nous a donné des résultats très satisfaisants.

Une excellente pratique, d'ailleurs, consiste à fractionner la quantité de nitrate à épandre en deux ou trois lots qu'on sèmera à différentes périodes de la végétation active. On assure ainsi sa meilleure utilisation par les récoltes ; dans ces conditions, aux débits de 100, 150 et 200 kilogrammes à l'hectare, la distribution se fait régulièrement, la répartition le long des lignes de betteraves ou de pommes de terre est uniforme. On se trouve donc, de cette façon, dans les meilleures conditions d'utilisation de l'engrais.

MÉCANIQUE

SUR LA TRANSMISSION PAR LIEN FLEXIBLE ET EXTENSIBLE. — NOTE DE **M. C. Rozé**,
membre du Conseil.

De la relation théorique entre les tensions des deux brins suit l'expression du rapport de la tension T_c du brin conduit à l'excès de tension $T_m - T_c$ du brin moteur, c'est à-dire à l'effort transmis F (1).

Ce rapport, pour un équipage donné, dépend seulement de deux éléments se rapportant à celle des poulies sur laquelle le glissement pourrait se produire : l'angle d'enroulement et le coefficient de frottement. La valeur généralement adoptée pour ce dernier est 0,2 lorsqu'il s'agit de courroies de cuir et de poulies de fonte ; on en conclut pour le rapport ($T_c : F$) les valeurs numériques 1,14 ou 0,64 selon que l'enroulement est de un demi ou de trois quarts de tour.

Ainsi, la tension du brin conduit serait ordinairement au moins égale à l'effort transmis et, dans les cas exceptionnellement favorables, plus grande que la moitié de cet effort.

Or, M. le capitaine Leneveu a installé un très grand nombre de transmissions qui fonctionnent de la manière la plus satisfaisante, dans les conditions les plus diverses, avec une tension initiale très petite, par exemple inférieure à un dixième de l'effort transmis.

La loi des tensions étant considérée comme exacte, il s'ensuit que la valeur attribuée au coefficient de frottement est beaucoup trop petite. Si l'on prenait comme limite du rapport ($T_c : F$) la fraction 0,1 dont il vient d'être parlé, et qui est certainement trop grande dans le cas d'un enroulement de trois quarts de tour, on reconnaîtrait que le coefficient de frottement doit être plus grand que 0,5, c'est-à-dire plus que double de la valeur universellement adoptée.

Cette conclusion est tout inattendue, car le coefficient de frottement a été l'objet de déterminations minutieuses, répétées par divers expérimentateurs qui

(1) La relation

$$T_m = T_c e^{f\theta} \quad \text{se transforme immédiatement en} \quad \frac{T_c}{T_m - T_c} = \frac{1}{e^{f\theta} - 1}.$$

ont obtenu des résultats concordants. Mais il convient d'observer qu'ils ont eu recours à des mesures statiques et qu'ils écartaient même les observations à la suite desquelles on pouvait démêler le moindre glissement résultant d'une longue application de la charge. Or ces conditions sont essentiellement différentes de celles qui caractérisent les transmissions : non seulement, dans le cas du mouvement, il y a renouvellement incessant des parties en contact, mais encore il ne peut y avoir transmission de travail sans qu'il se produise un glissement *fonctionnel* inévitable, distinct du glissement d'ensemble permanent ou occasionnel, assez fréquent, plus ou moins appréciable, le plus souvent compatible avec un entraînement quasi régulier.

D'autre part, il est d'expérience journalière qu'aucune transmission usuelle ne peut fonctionner si la tension initiale n'est pas beaucoup plus grande que l'effort à transmettre. La trop petite valeur attribuée au coefficient de frottement d'après les mesures statiques semblait expliquer ce fait, et, réciproquement, ce fait, découlant du fonctionnement même de la transmission, devait apparaître comme la justification la plus probante de la valeur adoptée. Ainsi peut-on concevoir que l'attention n'ait pas été sollicitée à une analyse moins sommaire.

En réalité, la grande tension initiale exigée par le mode de transmission usuel résulte d'une particularité bien connue, et pourtant négligée, des substances utilisées pour constituer les liens flexibles et extensibles. Le cuir notamment jouit au plus haut degré de la propriété de reprendre son état initial, même après l'application prolongée d'une charge relativement considérable, et cette propriété précieuse peut être considérée comme la principale raison de la préférence dont il est l'objet. Mais le travail interne par lequel s'accomplit ce retour à l'état initial exige un temps toujours appréciable, un temps très long quand la déformation a dépassé certaines limites. Or, dans la transmission, chaque partie du lien passe incessamment de l'état de tension maximum du brin moteur à l'état de tension minimum du brin conduit ; la longueur du lien est donc plus grande à l'état dynamique qu'à l'état d'équilibre statique, et la tension moyenne en marche beaucoup moindre que la tension initiale : ainsi cette dernière doit être très grande afin que le brin conduit conserve la tension indispensable, si petite que soit celle-ci, et le lien doit avoir une section beaucoup plus grande que celle qu'exigerait l'effort transmis.

C'est cette nécessité d'une tension initiale exagérée qui constitue le vice capital du mode usuel de transmission ; c'est elle qui oblige à donner une très grande longueur au lien, de sorte que les poulies doivent être éloignées l'une de l'autre, et il s'ensuit les dispositions dispendieuses, encombrantes et dangereuses auxquelles conduisent les règles d'installation fixées par l'expérience. On est conduit d'ailleurs à une sorte de cercle vicieux, puisqu'en exagérant la ten-

sion pour assurer l'entraînement dans le temps, on détermine un allongement permanent toujours grandissant qui réduit plus ou moins rapidement, mais incessamment cette tension.

Au contraire, dans la disposition préconisée par M. le capitaine Leneveu, la tension du brin conduit reste constante, indépendante des allongements permanents ou occasionnels et à peu près égale à la tension initiale ; celle-ci peut donc avoir une valeur d'autant plus minime que l'enroulement et le coefficient de frottement sont plus grands. La tension résulte en effet de la pression exercée, sur le brin conduit, par un galet oscillant qui est placé de façon à déterminer un enroulement aussi grand que possible sur celle des deux poulies où le glissement pourrait se produire.

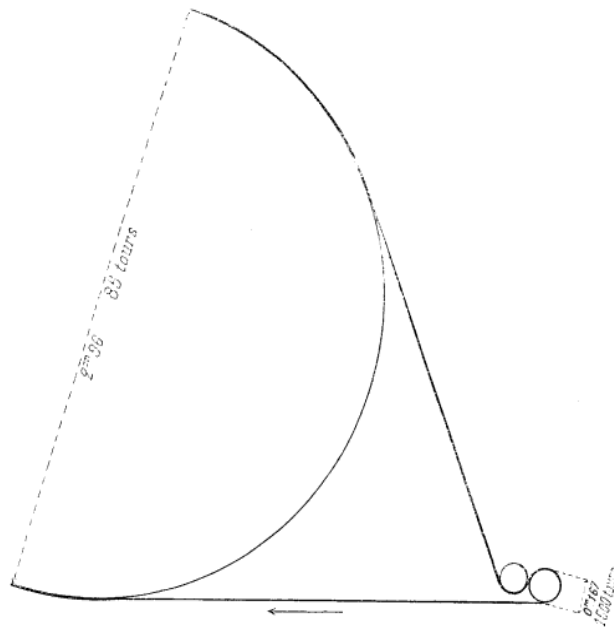


Fig. 1.

Aucune expérience spéciale n'a été faite pour déterminer la limite inférieure de la tension minimum du brin conduit, répondant à des conditions définies ; mais il résulte des applications réalisées jusqu'ici par M. le capitaine Leneveu ce fait indéniable qu'elle peut être très petite, qu'elle est en tout cas moindre que le dixième de l'effort transmis, dans le cas d'un enroulement de trois quarts de tour.

Aurait-on pu songer à établir suivant le mode usuel chacune des deux transmissions schématiquement figurées (fig. 1 et 2) ?

La première est la commande directe d'une dynamo de 13 chevaux; le rapport des vitesses est 17,4 la courroie, de 4 centimètres de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur, transmet un effort tangentiel de 75 kilogrammes, la pression exercée par le galet enrouleur étant seulement de 3 kilogrammes. (Ateliers Tasset, V^{re} Brault et Chapron.)

La seconde, établie sur place lors de la rupture en service d'un engrenage reliant deux arbres, transmet 150 chevaux avec une courroie de longueur réduite presque au minimum géométrique, surtout si l'on tient compte de l'enroulement. Cette courroie, triple, a 40 centimètres de largeur sur 15 millimètres d'épaisseur; l'effort tangentiel est de 1 590 kilogrammes, la pression exercée par le galet étant de 80 kilogrammes et la tension initiale ou statique à peu près la moitié, soit 40 kilogrammes. On peut remarquer que la vitesse de la courroie est seulement de 7 m. 06 par seconde. (Papeterie de Jand'heurs.)

Ainsi le galet employé comme enrouleur, exerçant un effort très faible, loin de présenter aucun des inconvénients bien connus et souvent signalés, procure des avantages des plus précieux. La tension initiale peut être minime, exactement réglée, invariable dans le temps. Il s'ensuit que la tension de travail diffère peu, très peu de l'effort transmis et, par suite, que la section du lien peut être considérablement réduite. La longueur du lien peut approcher du minimum géométrique; d'où suppression des poulies et des arbres de renvoi nécessités soit par les conditions relatives à la longueur des courroies, soit par celles qui se rapportent à la grandeur du rapport des vitesses. Les tractions sur les arbres sont très notablement atténuées, tant par le fait de la réduction de la tension initiale, ou statique permanente, que par celui résultant de l'enroulement plus complet qui oppose, dans une certaine mesure, les tensions des deux brins.

Enfin l'emploi des courroies collées, devenu sans inconvénient puisque la tension est indépendante des allongements accidentels ou permanents du lien, permet d'accroître la vitesse linéaire, permet par suite de grandir l'échelle de l'équipage de poulies et de réduire d'autant l'effort tangentiel, la section du lien, les tractions sur les arbres.

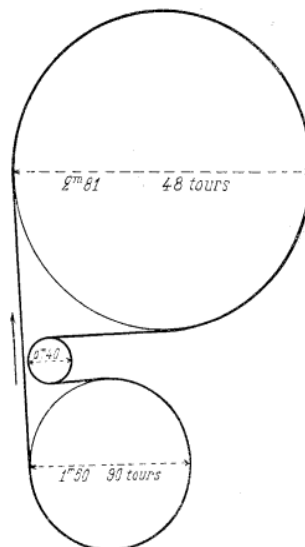


Fig. 2.

En ce qui concerne l'étude des phénomènes, prévus ou imprévus, qui caractérisent ou accompagnent la transmission du travail par lien flexible et extensible, il semble que l'utilisation de la disposition nouvelle doive être particulièrement avantageuse; elle doit, par exemple, permettre de déterminer la grandeur du coefficient de frottement qui pourrait être qualifié de *dynamique*, par opposition à celui de frottement statique au départ considéré jusqu'ici. La comparaison du rapport des vitesses après la mise en charge à la valeur du même rapport lors du fonctionnement à vide peut fournir la mesure du glissement, renseigner d'une façon précise sur l'état de la transmission et mettre en évidence les limites qu'il convient d'assigner au coefficient de frottement dans chaque cas. Ainsi encore apparaîtra, avec sa véritable valeur, l'immense avantage d'un grand enroulement, qui peut être porté à trois quarts de tour par l'emploi du galet, ou même à un tour entier quand le lien est cylindrique. Dès à présent, le coefficient de frottement étant certainement plus grand que 0,5 dans le cas de courroies de cuir et de poulies de fonte, et pouvant être plus grand encore si la jante de la poulie est d'une autre substance convenablement choisie il y a lieu de porter attention aux nombres des trois dernières lignes et des deux dernières colonnes du tableau suivant, où sont consignées les valeurs limites du rapport de la tension du brin moteur à celle du brin conduit.

Coefficient de frottement. f	Enroulement.		
	1/2 tour.	3/4 de tour.	1 tour.
0,2	1,9	2,6	3,5
0,5	4,8	11	23
0,75	11	34	111
1	23	111	536

L'étude préliminaire dont cette note est le résumé très sommaire comporte fatalement cette conclusion : il est vivement à désirer que les éléments dont dépend la transmission par lien flexible et extensible soient l'objet de déterminations expérimentales directes propres à fixer les nouvelles conditions d'installation.

HYDROGRAPHIE

NOTE SUR LA VARIATION QUOTIDIENNE DU NIVEAU D'UN Puits ARTESIEEN, par
M. Flamant, inspecteur général des Ponts et Chaussées, *Membre du Conseil*.

M. K. Honda, professeur à l'Université impériale de Tokyo, a observé les variations périodiques quotidiennes qui se produisent dans le niveau de divers puits artésiens et ordinaires et leur corrélation avec les variations de la pression barométrique et celles du niveau de l'Océan, et il a résumé ses observations dans le *Tokyo-Sugaku buts urrigakkwai*, *Hokoku* et *Kigi gaiyo* (1), 2^e volume, numéros 6 et 9. Certaines de ces conclusions me paraissent présenter quelque intérêt.

Le premier des puits sur lesquels ont porté les observations de M. Honda est situé à Tokyo, à 5 kil. 6 de distance du point du rivage de la mer qui en est le plus rapproché. Il se trouve en un point où le sol est à 15 mètres au-dessus du niveau de la mer, il est profond de 380 mètres et revêtu intérieurement de tubes de fer de 0^m,14 de diamètre. Le niveau de l'eau s'y tient à environ 3^m,20 au-dessous de la surface du sol.

Pour observer les variations de ce niveau, on y plaçait un flotteur en zinc soutenu par un fil vertical passant sur une poulie et tendu par un contrepoids. En un point du fil était fixée une plume portant sur un cylindre d'environ 9 centimètres de diamètre, animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical à raison d'un tour par semaine. Des précautions étaient prises pour atténuer les frottements et assurer la rigidité de la plume. L'appareil a fonctionné sans interruption du 4 au 17 mars et du 5 juin au 17 septembre 1903.

Les premières observations ont montré une concordance remarquable entre les variations quotidiennes du niveau et celles de la marée dans le golfe de Tokyo, la marée haute correspondant au niveau élevé. En même temps, on constatait, ce qui a déjà été observé ailleurs, des variations correspondant à celles du baromètre, l'abaissement du niveau étant simultané à l'élévation de la pression barométrique, et inversement.

Afin de se rendre compte de l'effet de ces dernières variations, il a été réalisé une disposition permettant de changer artificiellement la pression dans le puits. Pour cela, on a soudé sur le sommet du tube en fer une plaque horizon-

(1) Comptes rendus des séances de la Société Physico-mathématique de Tokyo.

tale en cuivre, percée d'un trou en son milieu, puis on a fixé hermétiquement, sur cette plaque, une vaste cloche-réservoir contenant à son intérieur l'appareil enregistreur. En aspirant ou en comprimant l'air à l'intérieur de cette cloche, et en mesurant la pression par un manomètre, on a pu étudier la relation entre le changement de pression et la variation du niveau. M. Honda a constaté que, pour chaque changement de pression de un millimètre de mercure en plus ou moins, le niveau de l'eau s'abaissait ou s'élevait de $13^{\text{mm}},6$. Le puits se comportait donc comme une branche de tube communicant rempli d'eau.

Mais lorsque c'est la pression barométrique qui augmente ou diminue de 1 millimètre de mercure, le changement de niveau dans le puits n'est plus que de $4^{\text{mm}},35$. Par conséquent, le changement de pression atmosphérique ne produit que 32 p. 100 de ce que produirait un même changement dans la pression artificielle. On doit en conclure que la croûte terrestre transmet à la profondeur de 380 mètres environ 68 p. 100 de la pression qui s'exerce sur sa surface.

Si donc, inversement, la pression et la température sont maintenues constantes dans la cloche-réservoir, les variations de pression barométrique, n'agissant plus sur la surface libre de l'eau, mais seulement sur la croûte terrestre, devront avoir pour effet de relever le niveau lorsque la pression barométrique augmentera, et inversement, puisque alors ce n'est plus que la partie de cette pression transmise aux couches alimentant le puits qui peut agir sur son niveau. C'est, en effet, ce qui a été constaté, et les observations ont exactement confirmé les considérations précédentes.

Les changements de niveau dus à la variation de la pression barométrique, et dont l'amplitude variait de 2 à 7 millimètres ont d'ailleurs été, en général, de moindre importance que ceux dus à l'effet de la marée, dont la phase concordait absolument avec celle de la marée, et dont l'amplitude atteignait 30 millimètres.

L'amplitude de la marée, dans le golfe de Tokyo, est d'environ $1^{\text{m}},50$. Cette variation du niveau dans le puits n'en représente donc que le $1/50$ environ, ce qui est loin du rapport 0,68 trouvé pour la pression atmosphérique. M. Honda en conclut que la pression due à la marée ne se faisant sentir que faiblement au fond du puits, il est probable que la couche poreuse qui l'alimente ne s'étend pas vers l'Océan.

Au puits de Negishi, dans le Yokohama, situé seulement à 2 kilomètres de la côte et profond de 300 mètres, la variation quotidienne du niveau, due à la marée, atteignait 16 centimètres. Des observations analogues aux précédentes ont montré que la croûte terrestre transmet en ce point, à 300 mètres de profondeur, environ 74 p. 100 de la pression barométrique. Ce puits a d'ailleurs présenté une particularité singulière. Du 14 novembre 1903 au 20 janvier 1904, son niveau s'est constamment élevé depuis la cote $3^{\text{m}},10$ au-dessus du sol jusqu'à

7 mètres, et ce mouvement d'ascension, bien que ralenti et suivant une marche décroissante, n'était pas encore arrêté le 20 février suivant. Le sol n'est qu'à 2 mètres au-dessus de la mer.

Le puits de Yoshiwara, dans la province de Suruga, est à 5 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 3 kil. 3 de distance de la côte; sa profondeur n'est que de 24 mètres et l'eau ne s'y élève qu'à 1 mètre au-dessus du sol. La variation quotidienne du niveau coïncide exactement avec la phase de la marée, et son amplitude varie de 8 à 11 centimètres. La variation de la pression barométrique n'influe pas sur le niveau de l'eau. Cela veut dire que la croûte superficielle à Yoshiwara transmet intégralement, à une profondeur d'une trentaine de mètres, la pression barométrique qui agit sur sa surface.

Au puits de Okubo, situé au pied du mont Fuji à 6 kil. 4 de la côte et à 230 mètres au-dessus du niveau de la mer, la profondeur, en janvier 1904, n'était que de 110 mètres et le niveau de l'eau montait à 38^m au-dessous du sol. Les variations quotidiennes du niveau, d'une période égale à celle de la marée, présentaient une amplitude de 3 millimètres seulement, mais leur phase était exactement opposée à celle de la marée, le niveau maximum dans le puits correspondant à la basse mer et inversement. Il n'est pas inconcevable, dit M. Honda, que la pression de la marée, par un effort sur la croûte solide superficielle, ne produise en certains points élevés une diminution de la pression souterraine.

Dans tous ces puits d'ailleurs, il a été constaté que l'application d'une pression artificielle de 1 millimètre de mercure sur la surface de l'eau produisait un abaissement de niveau de 13^{mm}, 6. Une expérience analogue faite sur un puits ordinaire de 4 mètres de profondeur a donné le même résultat.

De tout ce qui précède, on peut conclure, d'abord que le niveau, dans un puits, est maintenu par deux pressions agissant en sens inverse : la pression atmosphérique et la pression souterraine. Si l'une de ces deux pressions éprouve un changement, le niveau varie en conséquence. On voit ensuite que, dans la mer et dans les régions voisines des côtes, la pression souterraine est considérablement affectée par le niveau de la marée, et ces changements de pression peuvent donner naissance aux circonstances favorables à la production des tremblements de terre. M. le professeur Omori a en effet constaté que l'activité maximum des tremblements de terre, dans trois stations du Japon : Nagoya, Nemuro et Tokyo, se produit à environ la 5^e et la 17^e heure du jour lunaire, à partir de la culmination supérieure de la lune. M. Honda développe à ce sujet des considérations intéressantes, mais qui me paraissent présenter surtout un intérêt local et que, pour cette raison, je crois inutile d'analyser ici.

La détermination de la fraction de la pression atmosphérique transmise à travers l'écorce terrestre à des profondeurs variables pourrait sans doute, si on en généralisait l'étude, avoir des conséquences utiles.

NOTES DE CHIMIE

Par M. J. GARÇON.

Quelques mots sur les hydrosulfites. — Causes du jaunissement des cotons blanchis. — Adoucissage de l'eau par chauffage sous pression. — Sur l'échantillonnage. — Nettoyage des objets en caoutchouc. — La section des industries chimiques et tinctoriales à l'Institut technique roubaisien.

QUELQUES MOTS SUR LES HYDROSULFITES

Les hydrosulfites ont pris, depuis plusieurs années, une importance énorme dans diverses industries chimiques. Je voudrais dire quelques mots à leur sujet, d'autant plus que j'ai coopéré assez intimement à leur technique. Je me propose d'ailleurs d'exposer plus longuement cette question, lorsque l'ardeur d'une polémique engagée récemment à son égard se sera calmée.

Je n'ai pas besoin de rappeler ici avec détails que les hydrosulfites ont trouvé des applications nombreuses et étendues pour la teinture de plusieurs matières colorantes, et tout particulièrement dans celle de l'indigo ; pour la décoloration de diverses matières, telles que les jus sucrés, etc. ; pour les impressions genre enlevages, etc. Je n'ai pas besoin non plus de donner ici des détails sur l'histoire des hydrosulfites et de l'acide hydrosulfureux, depuis l'observation éloignée de Stahl en 1718, puis le brevet original de P. Schützenberger et F. de Lalande en 1871, jusqu'aux travaux récents de A. Bernthsen, de Descamps, de Kurz, des chimistes de la manufacture E. Zundel, à Moscou, de Prudhomme, en passant par ceux de J. Grossmann. Tous ces détails sont connus de mes lecteurs.

L'acide hydrosulfureux possède un pouvoir réducteur considérable, et utilisable dans une foule de cas industriels. Mais l'emploi des hydrosulfites tarda à se généraliser, à cause de leur instabilité. La teinture en indigo par l'intermédiaire des hydrosulfites fut l'objet d'un grand nombre d'essais de perfectionnements dans la période qui suivit le brevet de Schützenberger et de Lalande. Ce fut seulement en 1898 que Jacob Grossmann, de Manchester, recommanda l'usage d'hydrosulfites peu solubles et plus stables ; la préparation de ceux-ci fut successivement améliorée à des points différents par J. Grossmann, A. Bernthsen, et les chimistes de la Badische Anilin und Soda-Fabrik, les chimistes des Farbwerke vormals Lucius, Meister und Brüning de Hoechst. a. M., L. Descamps, les chimistes de la manufacture d'indiennes Emil Zundel de Moscou : MM. Luc. Baumann, G. Thesmar et Jos. Frossard. Un perfectionnement important fut l'idée de stabiliser les hydrosulfites en les combinant avec les aldéhydes, à l'instar de ce qui était déjà connu pour les sulfites-aldéhydes ; la pensée première en est due à Camille Kurz, de Darnétal ; elle suscita les recherches simultanées de L. Descamps et des chimistes de la manufacture Zundel ; elle suscita également des prises de brevets presque simultanées de L. Descamps et des Farbwerke de Hoechst. Les hydrosulfites-aldéhydes peuvent être obtenus à l'état sec, et ils remplacent avan-

tageusement, dans beaucoup de cas de rongage des couleurs, le rongant poudre de zinc + bisulfite.

Je crois pouvoir dire sans prétention exagérée que mes réflexions sur la teinture en indigo, publiées par la *Revue des matières colorantes* en février 1903, ont constitué un premier historique sommaire, mais complet, des recherches effectuées pour la préparation des hydrosulfites stables, ainsi que le déclarait M. Léon Lefèvre, au cours de la polémique dont je vais dire un mot. Les documents à apporter pour l'étude de la question sont, en dehors d'une centaine de brevets anglais, français, allemands, autrichiens, américains, pris pour cet objet depuis celui de J. Grossmann, les *Berichte* pour les travaux de A. Bernthsen, le *Bulletin* de la Société industrielle de Mulhouse depuis 1904, pour les plis de C. Kurz, de la manufacture Zundel, et le rapport annexe de M. Henri Schmid, au nom du Comité de chimie de Mulhouse; le *Bulletin* de la Société industrielle de Rouen, 1904, pour le rapport sur les travaux de L. Descamps; la *Revue générale des matières colorantes*, depuis 1903.

Une réclamation de L. Descamps en faveur de ses travaux, au sujet surtout de l'emploi des hydrosulfites stables à la réduction de l'indigo et aussi de l'emploi des hydrosulfites-aldéhydes comme rongeurs, vient d'exciter une polémique plutôt regrettable. Cette réclamation, insérée dans le n° de mars de la *Revue des matières colorantes*, était suivie d'un entrefilet de la direction, et l'entrefilet, écrit un peu hâtivement, a amené une réplique de M. Albert Scheurer, une réponse de M. Léon Lefèvre, et une déclaration du Comité de Chimie de Mulhouse.

Je dois déclarer qu'en laissant de côté toutes polémiques, car je les trouve toujours infiniment fâcheuses et utiles seulement pour brouiller les gens et les choses, j'ai constaté avec regret que la question n'a pour ainsi dire été mise par presque personne à son point de réalité objective. Oserai-je dire que peu de personnes au monde sont mieux à même d'éclairer les questions de priorité que le directeur de l'Encyclopédie Universelle des industries tinctoriales? Le volume 53 de cette œuvre immense qui vient de paraître, renferme justement l'esquisse des mémoires originaux de J. Grossmann, l'inventeur de ces si intéressants hydrosulfites stables.

Les jalons historiques qui doivent guider toute étude, tout rapport, tout écrit sur la question des hydrosulfites stables sont les suivants. Le mérite de ces derniers ne doit pas être attribué, comme le dit par erreur le rapport si intéressant à tous autres points de vue de M. Henri Schmid, au brevet allemand n° 112 483 de la Badische Anilin und Soda Fabrik, qui est du 24 mai 1899. La Badische a trop de titres de gloire personnels pour ne pas vouloir la première que ce mérite reste au véritable indicateur Jacob Grossmann, dont les brevets anglais n°s 20 863 et 21 126 sont des 4 et 7 octobre 1897. L'antériorité de J. Grossmann sur la Badische ne peut donc pas être discutée; d'ailleurs J. Grossmann exposa lui-même ses travaux dans une séance du 5 mai 1899, donc avant la prise du brevet allemand, à la section de Manchester de la Society of chemical Industry. Il montra que ses nouveaux hydrosulfites, ceux de baryum, de calcium, de plomb, étaient presque insolubles, et que leur grand avantage était leur stabilité. Vinrent ensuite les travaux de A. Bernthsen et de la Badische, et ceux des Farbwerke de Hoechst, que le rapport de M. Schmid indique à juste titre; mais il eût dû citer ensuite également les travaux de L. Descamps; son premier brevet français n° 320 227 est du 5 avril 1903 et il a été publié quelques mois après; deux de ses brevets anglais étaient aussi publiés, et ses hydrosulfites étaient appliqués couramment dans l'industrie avant la fin de 1903, c'est-à-dire avant le rapport visé, qui présente une

lacune regrettable aussi bien à l'égard de J. Grossmann qu'à celui de L. Descamps, dans la question des hydrosulfites stables.

En ce qui concerne les hydrosulfites-aldéhydes, M. Albert Scheurer dans sa réplique, le Comité de chimie de Mulhouse dans sa déclaration de solidarité avec son rapporteur ont très justement fait ressortir les motifs qui ont empêché ce dernier de parler longuement des travaux spéciaux de Descamps. Tout au plus pouvait-on regretter que le rapporteur ait relégué dans une note ce qu'il en disait, et n'ait pas donné dès lors les motifs de son abstention : le brevet français Descamps était du 23 février 1903; il ne devait être publié que le 23 février 1904, et le rapporteur, en déposant son rapport le 25 janvier 1904, n'aurait pu donner de détails sur le contenu du brevet que si l'inventeur lui en eût donné l'autorisation. Des éléments de la discussion au sujet de ces hydrosulfites-aldéhydes, il faut retenir les données suivantes : pli cacheté de Camille Kurz déposé à la Société industrielle de Rouen le 28 novembre 1902 et à la Société industrielle de Mulhouse le 2 décembre 1902; pli cacheté des chimistes de la manufacture Zundel déposé à la Société industrielle de Mulhouse le 15 décembre 1902; brevet français de Descamps du 23 février 1903; brevet français des Farbwerke de Hoechst du 25 février 1903; brevet allemand de Hoechst du 25 février 1903, brevet allemand de Descamps du 27 février 1903.

Il semble difficile qu'avec des jalons ainsi précisés la vérité historique ne se montre pas dans toute sa nudité objective. Je remets à une autre occasion l'étude des points techniques, infiniment intéressants, de la préparation et de l'application des hydrosulfites.

CAUSES DU JAUNISSAGE DES COTONS BLANCHIS

Le coton, après son blanchiment, est exposé, comme le savent bien les industriels, soit à jaunir, soit même à présenter des taches jaunâtres. Cet accident est attribué, suivant les cas, à la présence du fer, à un blanchiment exagéré, à la production du mildew, à des taches de graisses, ou à l'usage d'un savon ou d'une eau non appropriés.

S. R. Trotman (*J. of Soc. of Chemical Industry*, 1903) a expérimenté que la dernière cause est de beaucoup la plus fréquente. Le blanchiment trop poussé, au contraire, amenant la décoloration par suite de formation d'oxycellulose, serait, d'après lui, très rare. Il a examiné un grand nombre d'échantillons jaunés, et il y a rarement trouvé une quantité d'oxycellulose plus grande que celle existant dans un échantillon normal.

L'accident de blanchiment, dont il s'est occupé plus spécialement, n'apparaît que longtemps après que les pièces de toile sont fabriquées, et souvent à la suite d'un voyage dans les pays chauds. Dans plusieurs cas, il est dû à la présence d'un résinate de chaux ou de magnésie. Comme la plupart des eaux employées dans l'industrie contiennent de la chaux ou de la magnésie, et qu'on a coutume de les adoucir avec du savon, contenant souvent de la résine, la production d'un résinate s'explique tout naturellement. En conséquence, il est de la plus haute importance de ne jamais employer concurremment un savon de résine et une eau contenant plus que des traces de chaux ou de magnésie, car les résinates de chaux et de magnésie sont insolubles, et après le séchage, ils se colorent lentement en brun, par suite d'une déshydratation et d'une dissociation.

Il résulte de ces faits que, pour certaines opérations du blanchiment, la qualité du savon doit être appropriée à la nature de l'eau dont on dispose. On reconnaît aisément la nature d'un savon à la couleur des acides gras; l'essai peut même être rendu quantitatif au moyen du tintomètre de Lovibond.

ADOUCCISSAGE DE L'EAU PAR CHAUFFAGE SOUS PRESSION

Nicholas Knight (*Chemical News*, 1903) l'a étudiée à l'aide d'une petite chaudière de 1800 centimètres cubes de capacité munie d'une soupape de sûreté, d'un manomètre, d'un thermomètre et d'un robinet de purge. 1200 centimètres cubes d'une eau dure y étaient portés à 156°, pendant quarante minutes. Après refroidissement, on préleva 500 centimètres cubes de l'eau, on les filtra, et on les évapora à sec à 110°, jusqu'à poids constant, dans une capsule de platine tarée.

Voici les résultats obtenus :

	Eau adoucie.	Eau brute.
Résidu total de la capsule de platine.	16,52	30,58
Ca SO ⁴ .	3,43	3,43
Ca CO ³ .	3,90	12,65
Mg CO ³ .	4,61	10,69
Si O ² .	1,70	1,70
Fe ² O ³ .	0,18	0,18
Na Cl et KCl.	2,70	2,70

Si on compare l'effet produit par l'ébullition de l'eau, d'abord sous pression normale, ensuite sous une pression de 5 à 6 atmosphères, on constate que la précipitation de carbonate de calcium reste la même, celle du carbonate de magnésie augmente au contraire dans le cas où l'on emploie la pression.

Une ébullition de vingt minutes, sous pression normale, a abaissé d'environ 40 p. 100 la dureté temporaire, tandis que l'ébullition sous pression permet d'atteindre 63,5 p. 100.

SUR L'ÉCHANTILLONNAGE

La question d'uniformisation des analyses industrielles, celle de la prise des échantillons destinés aux analyses, sont peut-être les deux points les plus importants aux intérêts industriels.

M. M. L. Griffin (in *J. of the S. of Chemical Industry*, 1903) nous donne une revue des travaux faits pour établir des méthodes typiques et universelles d'analyses, au cours des vingt-cinq dernières années. La Society of chemical Industry ouvrit une enquête, il y a une vingtaine d'années, ayant le double objet des méthodes d'unification d'analyses industrielles et de prises d'échantillons. La connaissance de ces travaux est nécessaire à tous les chimistes qui s'occupent d'industries ou d'analyses industrielles.

Norman Tate (*Journal of the Chem. Industry*, 1884) a fait une étude intéressante de l'échantillonnage considéré au point de vue général.

L'Association of official agricultural Chemists, des États-Unis, qui s'organisa vers 1883, poursuit comme principal objet la double uniformisation dont nous parlons. Les chimistes agricoles doivent consulter ses travaux, qui se trouvent dans ses bulletins : *Methods of Analysis*, et dans l'ouvrage : *Principles and Practice of agricultural ana-*

lysis, publié en 1895, par le docteur H. W. Wiley, chimiste en chef du Département de l'agriculture aux États-Unis. Il y décrit les différentes méthodes d'échantillonnage suivies dans les divers pays.

Parmi les travaux de l'American Chemical Society, il faut en citer deux très importants : *Some Experiments on Sampling by Quartation*, vol. XV, et le mémoire de Ed. Keller, sur la présence des métaux précieux et des impuretés dans le cuivre, vol. XIX.

Les Transactions of the American Institute of Mining Engineers renferment trois mémoires à citer ici, l'un de Glenn sur l'échantillonnage des minerais, vol. XX; un autre du docteur D. W. Brunton, sur le même sujet, vol. XXV; enfin, vol. XXVIII, un mémoire de C. M. Roberts traitant de l'échantillonnage des plombs argentifères.

Le Comité d'unification des analyses industrielles a contribué pour un premier exposé à l'American Chemical Society. L'origine de ce Comité part d'un rapport de Clifford Richardson, en 1901, à la section de New-York de la Society of Chemical Industry. Son premier effort a porté sur l'analyse des ciments de Portland; voir *J. of the S. of Chemical Industry*, XXI, p. 12, 830 et 1216. Il a inspiré un travail sur l'analyse des scories de cuivre; voir *Engineering and Mining Journal*, LXXV, p. 295. Il a finalement donné un travail sur l'analyse des minerais de zinc. On trouvera les résultats extrêmes des analyses susdites dans le *Journal* de l'American Chemical Society, n° de décembre 1904. Pour nous borner au dernier travail en date, celui de l'analyse des minerais de zinc, les résultats correspondent aux recherches effectuées sur trois échantillons par 12 chimistes, suivant huit méthodes d'analyses différentes. Le commentaire des résultats obtenus est des plus instructifs.

Le Comité d'unification des analyses industrielles poursuit son but en se guidant sur les principes d'action qui suivent : montrer aux chimistes la nécessité de modifier les méthodes d'analyses et de contrôler la pureté des réactifs de façon à obtenir l'uniformité dans les résultats obtenus par différents chimistes; rechercher si le manque d'unité doit être attribué au manque d'instruction suffisante, ou au défaut de soins dans le travail du laboratoire; essayer les différentes méthodes d'analyse, de concert avec le National bureau of Standards; préparer des échantillons de composition certaine, et assurer leur remise aux chimistes, aux experts, aux industriels et aux étudiants; susciter la coopération de toutes les personnes intéressées aux dites questions, de façon à amener l'organisation de sous-comités poursuivant dans chaque région le même but.

NETTOYAGE DES OBJETS EN CAOUTCHOUC

Le *Journal de Pharmacie et de Chimie* a donné récemment, d'après *Pharmaceutische Zeitung*, quelques indications utiles pour empêcher les objets en caoutchouc de devenir durs et cassants. Il suffit, dit-il, d'introduire pendant quelques minutes l'objet dans la paraffine fondue, et de laisser ensuite égoutter, dans une étuve à 100°, pendant quelques heures. Dans ces conditions, le caoutchouc absorbe de 2 à 8 p. 100 de paraffine, et il acquiert ainsi, sans perdre son élasticité, une résistance extraordinaire à l'air, à la lumière et aux autres influences extérieures.

On a conseillé aussi d'immerger ces objets dans de l'eau phéniquée additionnée de 5 p. 100 de glycérine ou de les laver à l'eau ammoniacale pour éviter leur fendillement.

En thèse générale, les objets en caoutchouc ne doivent pas être exposés à la cha-

leur, ni trop fortement pliés lorsque la température est basse; il faut éviter aussi de les mettre en contact avec aucune matière grasse végétale ou minérale, qui pourrait les ramollir en les dissolvant.

Du caoutchouc durci à l'air peut reprendre une certaine souplesse sous l'action de l'ammoniaque étendue ou de la paraffine, mais il ne retrouve jamais sa première élasticité.

Pour nettoyer les tubes en caoutchouc, on peut utilement se servir d'eau tiède ammoniacale ou glycinée.

LA SECTION DES INDUSTRIES CHIMIQUES APPLIQUÉES AUX INDUSTRIES TEXTILES
A L'INSTITUT TECHNIQUE ROUBAISIE

M. l'abbé *Henri Vassart*, de Roubaix, a présenté à la séance de notre Société du 14 avril d'intéressantes vues de l'Institut remarquable qu'il a créé à Roubaix et il les a accompagnées de non moins intéressants commentaires. Cet Institut comprend trois sections : une de filature, une de tissage, une des industries chimiques et tinctoriales. Je voudrais ajouter quelques mots au sujet de la troisième section. Mais d'abord il est bon de rappeler, pour la gloire de l'initiative privée en France, que M. le professeur Vassart s'est formé tout seul; que petit professeur de collège il y a une quarantaine d'années il a commencé par des conférences publiques du soir, qui sont devenues des cours municipaux de chimie et de teinture qui ont finalement amené à la fondation de l'École nationale des Arts industriels; qu'il donne depuis quinze années toutes ses forces vives à l'Institut technique roubaisien à titre de bienfaiteur. C'est peut-être le seul exemple d'un directeur d'École technique qui n'ait pas un seul centime d'allocation personnelle pour sa direction et pour ses cours.

L'importance de l'Institut technique roubaisien et son caractère se comprendront plus aisément lorsqu'on saura qu'il a été nécessaire d'installer ces derniers mois une nouvelle machine à vapeur de 120 chevaux; que toute la transmission est électrique; que les ateliers renferment quelques centaines de machines, toutes machines industrielles, avec les derniers progrès.

La section des industries chimiques, avec des cours du jour payants, et des cours du soir gratuits, comprend des cours de préparation et d'analyse des textiles, de fabrication de matières colorantes, de teinture, d'impression, d'appréts.

L'influence de M. Vassart sur le développement industriel du groupe Roubaix-Tourcoing aura été très grande. Il a soutenu brillamment pour ces villes la cause de la vulgarisation des sciences chimiques et de leur enseignement pratique; il a créé l'enseignement industriel à Roubaix; il l'a porté à un degré qui le met hors de pair, comme importance du matériel. Nos éloges lui sont dus, comme à MM. Friedel, Haller, Ch. Lauth, Schützenberger, Léo Vignon, et aux nombreux autres savants français qui ont fondé des institutions si remarquables, qui rêvent l'union de la science et de l'industrie et poussent l'enseignement de la chimie du côté pratique. Nos industriels ne peuvent qu'en retirer d'immenses profits. Pour en revenir à la section des industries chimiques à l'Institut technique roubaisien, elle a inspiré déjà bien des perfectionnements et même des créations, fabriques de colorants azoïques, fabriques de produits chimiques, fabrique d'hydrosulfites.

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

A propos du Simplon. — Le percement du Simplon a été achevé au début de 1905. C'est vers la fin du mois de février de cette année, le 24, que se sont rencontrées les galeries ouvertes dans les flancs des Alpes du côté de la Suisse et de l'Italie. Des réjouissances ont marqué l'achèvement des travaux. L'ouverture de cette nouvelle voie au transit international est un événement d'une portée économique considérable et qui intéresse notre pays au plus haut point.

Nous ne voulons pas ici parler du problème technique : qu'il nous suffise de rappeler les difficultés sans nombre qu'il a fallu vaincre, et la lutte souvent imprévue qu'il a fallu soutenir contre les venues d'eau impétueuses et soudaines menaçant de destruction les travaux déjà achevés, ainsi que l'honneur rejaillissant sur les ingénieurs et les ouvriers, qui avaient assumé la responsabilité de cette entreprise, pour avoir mené à bonne fin cette œuvre colossale.

Nous voulons nous borner aujourd'hui à exposer les divers projets de raccordement entre les chemins de fer français et la voie nouvelle qui va s'ouvrir au trafic international.

Les régions du Nord et du Nord-Ouest de l'Europe sont séparées de celles du Midi par un massif montagneux considérable qui les isole complètement. L'ouverture du Mont-Cenis facilita singulièrement, pour notre plus grand profit, les transactions entre l'Europe et l'Italie et la conquête des débouchés d'Extrême-Orient par Suez. Le percement du Saint-Gothard, conception grandiose du prince de Bismarck pour la prospérité de l'Empire d'Allemagne, dérivait la plus grande partie des transports terrestres par voie de terre entre les ports du Nord et Nord-Ouest de l'Europe et l'Italie, transports jusque-là tributaires des Chemins de fer français.

Jusqu'au percement du Simplon, quatre brèches seulement avaient été faites dans les Alpes : Tarvis, Brenner, Gothard et Cenis, trois ouvrant des communications à l'Allemagne, et l'Autriche vers les vallées tyrrhéniennes du Pô et de l'Adriatique et la quatrième étant la seule issue du commerce français sur Turin.

Le tunnel du Simplon peut être pour notre pays soit un moyen de reconquérir une partie du trafic international vers l'Orient et l'Extrême-Orient, soit sa perte définitive suivant le mode de raccordement adopté.

De par la situation géographique respective de la France et de l'Allemagne vers l'Angleterre et partant vers les États-Unis, par le développement des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, considérable par rapport à celui de l'Allemagne sur la mer du Nord, il semblerait logiquement que la majeure partie du trafic international dût se faire par notre pays ; mais tandis que depuis l'achèvement du Cenis nous n'avons rien fait ou à peu près pour améliorer nos communications vers le Sud, les Allemands

sentant toute l'importance économique qu'il y avait pour eux à s'emparer des transports, améliorent sans cesse chemins de fer et canaux.

Aux trois débouchés que l'Allemagne possède déjà, elle en adjoint un quatrième par la construction de la voie directe Munich-Venise par les Karavanches, tandis que les Suisses lui facilitent les moyens de développer son trafic par la ligne qui, à travers les Alpes bernoises, réunira Berne à Brigue, complétant le tronçon Bâle-Milan et constituant l'union intime de l'Italie et de l'entrepôt bâlois par lequel passe près du tiers du commerce général germano-suisse.

Et, parallèlement par les travaux de navigabilité du Rhin, c'est pour l'Allemagne la canalisation du courant commercial Düsseldorf-Milan aboutissant au Nord, à Anvers ou Brême et au Midi, à Gênes ou Brindisi, avec tout le trafic national et celui de la mer du Nord.

Et cependant que nos voisins de l'Est et du Centre perfectionnent leur outillage, que fait la France ? Il lui appartenait d'attirer à elle la majeure partie du trafic, pouvant, en effet, lui offrir les voies les plus rapides et les moins coûteuses. Au lieu d'aider au percement du Simplon qui pouvait s'ouvrir au Sud sur Milan, Venise, Brindisi, orienté Sud-Est-Nord-Ouest entre Brigue et Iselle et donner sur le versant suisse la route Berne-Lausanne et Paris, la France eut une attitude toute d'indifférence et qui par cela même put paraître hostile à la Confédération helvétique. Non seulement elle ne voulut pas participer aux frais du percement du tunnel, mais malgré le traité du 14 octobre 1902 conclu entre la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée et la Compagnie du Jura-Simplon, la voie Frasnè-Vallorbe, qui devait être construite dans un délai de trois ans, n'est pas encore commencée et nous sommes au mois d'avril 1905.

Les travaux du Simplon pour compte de la Suisse furent entrepris le 16 avril 1898 par une maison de Hambourg. Le 15 mai 1901, trois ans plus tard le ministre des Travaux publics de France nommait une Commission extra-parlementaire d'études qui ne donna pas de conclusions. Une consultation des Chambres de commerce et des Conseils généraux, dont M. Trouillot, ministre du Commerce, prit l'initiative en août 1902, fournit les résultats suivants : deux projets de raccordement sont possibles, l'un qui améliorerait la ligne existante Paris, Dôle, Mouchard, Andelot, Pontarlier, Vallorbe, Lausanne, par des raccordements sur Vallorbe, et l'autre qui consiste à relier Lons-le-Saulnier à Genève par le col de la Faucille et à utiliser la ligne existante entre cette ville et Lausanne pour se brancher sur les voies suisses d'accès au Simplon.

107 Chambres de commerce et 45 Conseils généraux se prononcèrent pour la seconde solution. La première ne recueillit les suffrages que de 7 Chambres et de 6 Conseils, les autres s'étant désintéressés de la question.

Mais avant que ces réponses ne fussent parvenues au Ministre, la Compagnie du P.-L.-M. avait conclu avec celle du Jura-Simplon le traité du 14 octobre 1902. Et depuis lors la question en est demeurée au même point et c'est avec des variantes de peu d'importance le tracé Frasnè-Vallorbe ou La-Joux-Vallorbe qui semble devoir être exécuté.

Examinons successivement les deux projets et les raisons qui militent en faveur de chacun d'eux.

La voie française Paris-Lausanne par Pontarlier qu'il s'agit d'utiliser comme moyen d'accès au Simplon par un raccordement Frasnè-Vallorbe ou La Joux-Vallorbe a un parcours extrêmement accidenté, elle est construite en grande partie à voie unique et a des pentes de 25 millimètres par mètre qui la rendent pratiquement inutilisable en

hiver au moment de la chute des neiges tant sur le versant français que sur le versant suisse. Le tracé nouveau que doit faire exécuter la Compagnie P.-L.-M. se ferait entre La Joux et Vallorbe. Il abaisserait l'altitude de la voie à 893 mètres, ne comporterait plus des pentes que de 15 millimètres au lieu de 25 millimètres, ne nécessiterait que le percement de deux tunnels l'un de 3 200 mètres auprès de La Joux et l'autre de 6 400 mètres sous le Mont-d'Or dans une région dont la géologie met à l'abri des surprises d'après les partisans de ce tracé. Le parcours Paris-Lausanne serait ramené ainsi à 813 kilomètres au lieu des 830 qu'il mesure actuellement et la dépense est évaluée de 20 à 30 millions. C'est pour cette raison que la Compagnie P.-L.-M. l'a adopté.

Il est permis de douter cependant qu'il nous permette de canaliser sur les réseaux français une partie notable du trafic, car d'une part la diminution de distance est faible et d'autre part si le tracé français améliore la voie et réduit les pentes, celui sur le versant suisse, qui présente les inconvénients d'être inutilisable en hiver pour les mêmes raisons que notre ligne actuelle, ne sera pas modifié, la Confédération helvétique ayant refusé d'exécuter un raccordement Vallorbe-Lausanne par Busigny et l'utilisation de la ligne par le trafic international en hiver ne sera pas plus aisée qu'aujourd'hui. En outre son allure accidentée ne permettra pas d'y faire circuler les grands express internationaux, non plus que le fait qu'elle continuera sur certaines parties assez étendues du parcours à être desservie par une voie unique. Ce tracé nécessite encore pour être pratique le percement des Alpes Bernoises que réclame énergiquement le canton de Berne.

Le second mode de raccordement consiste à unir Lons-le-Saulnier à Genève par une voie nouvelle de 80 kilomètres environ qui passerait sous la Faucille, comporterait trois tunnels de 6 kilomètres, 11 kilomètres et 15 kilomètres, aurait une altitude maxima de 559 mètres au lieu des 893 mètres du tracé La Joux-Vallorbe, et dont les pentes ne dépasseraient pas 10 p. 100 au lieu de 15 p. 100 par l'autre tracé; mais la dépense est évaluée à 120 millions, ramenée en fait à 100 millions par une subvention de 20 millions accordés par Genève. C'est la question de prix qui est le grief le plus important invoqué contre l'exécution de cette ligne.

Dans une lettre qu'il adressait au ministre des Travaux publics le 22 avril 1901, M. Noblemaire constatait que l'adoption de ce tracé réduirait la distance pour les voyageurs entre Paris et Genève de 605 à 488 kilomètres et le parcours taxé des marchandises de 589 à 488, et que bien que plus long pour le trajet Paris-Milan que celui par Pontarlier, il constituerait cependant la route la plus rapide et la plus économique; mais qu'il n'était acceptable que si la Suisse consentait une souscription de 68 millions. Cette souscription ne serait plus aujourd'hui que de 38 millions, les dépenses que l'on croyait devoir être de 130 millions ayant été estimées depuis cette lettre à 120 millions. Or, en fait, Genève a promis un don de 20 millions, et pareille somme en plus, moyennant la participation d'un tiers dans le produit net de la ligne.

Nous ne parlons pas des difficultés devant résulter du percement de la Faucille, qu'objectent les partisans de la ligne La-Joux Vallorbe, parce que la question nous paraît être des plus controversables ainsi qu'en fait foi l'opinion de M. Fournier, professeur à l'Université de Besançon. Après dix ans d'études du régime des eaux souterraines du Jura, il pense qu'aucune difficulté comparable à celles du Simplon ne se rencontrera, tandis que le percement du Mont-d'Or sera, pour des causes géologiques, fort malaisé.

C'est donc, en résumé, pour une question de frais, fort importante sans doute, que

la Compagnie P.-L.-M. n'a pas voulu faire le raccordement Lons-le-Saulnier-Genève.

Voyons maintenant quels seraient les avantages offerts par ce tracé.

Au point de vue immédiat, il augmente de 26 kilomètres le parcours des marchandises sur rails français, sur la route La Joux-Vallorbe. Il rend possible, *proprio motu*, la concurrence au Gothard par le fait qu'il réduit considérablement la distance jusqu'à Milan.

Paris-Milan par le Gothard est de 1 587 kilomètres et Calais-Milan par la Faucille de 1 387 kilomètres seulement.

De plus, la circulation y serait possible en toute saison, point qu'il faut considérer pour le transit international; la déclivité de 10 p. 1000, au maximum, les doubles voies permettraient d'y faire circuler les grands express, à l'inverse de ce qui se produirait avec le tracé La Joux-Vallorbe.

Enfin, et ce n'est pas là le moindre avantage de cet itinéraire, ce raccordement des voies françaises avec le Simplon ne canaliserait pas seulement le trafic Manche-Paris-Italie, mais celui de la vallée de la Loire et surtout celui des ports de l'Atlantique.

Chagny n'étant plus qu'à 165 kilomètres de Genève par le Jura, ouvert à la circulation internationale, amorcera le Grand Central français. Comme on le sait, Lons-le-Saulnier est fort bien relié à Chalon-sur-Saône et Chagny. Or Chalon est une tête de ligne en relations directes par doubles voies avec les ports de l'Atlantique par les réseaux d'Orléans et de l'État et des lignes directes existent entre cette ville, Saint-Nazaire, La Rochelle et Bordeaux. Il suffirait de doubler les voies entre Lons-le-Saulnier et Chalon-sur-Saône, Saint-Florent et Issoudun et Argenton et Poitiers pour constituer après ce raccordement le Grand Central.

Et ainsi, non seulement nos rapports avec la Suisse se trouveraient facilités, mais nous pourrions attirer à nous la majeure partie du trafic helvético-américain qui se fait uniquement aujourd'hui par Anvers, Brème, Hambourg et Rotterdam, trafic qui atteint 300 000 tonnes.

Telles sont les considérations qui nous paraissent devoir faire désirer l'exécution du raccordement Lons-le-Saulnier-Genève, de préférence à celui La Joux-Vallorbe. La constitution d'un grand réseau décentralisateur tel que le Grand Central français et les profits certains, l'augmentation du trafic que nous en tirerons n'est-elle pas une assez grande œuvre d'intérêt national, dotant la France d'un outillage de transports, qui lui manque, pour justifier l'augmentation de dépenses de quelque 70 millions, que comporte ce tracé.

Mais pourquoi, dira-t-on, si ce projet est si avantageux pour le réseau français en connexion avec la Suisse, la Compagnie P.-L.-M. l'a-t-elle écarté? La raison est bien simple, encore que généralement ignorée. La Compagnie n'y croit avoir personnellement aucun intérêt. En effet, il n'y a pas, comme on le croirait volontiers, de concurrence entre les compagnies de chemins de fer françaises et allemandes pour les marchandises du trafic international qui peuvent emprunter soit le Cenis, soit le Gothard. En 1889, la compagnie du P.-L.-M., celle de l'Est, et les chemins de fer d'Alsace-Lorraine ont passé un traité « qui établit une communauté de recettes entre les administrations participantes » pour les transport des marchandises à destination ou en provenance de l'Italie.

M. Pérouse écrivait dans un rapport du 21 octobre 1895, sur le percement du Simplon et ses conséquences au point de vue français: « Les conventions que nous venons d'analyser (celles de 1889) sont évidemment destinées à disparaître quand le tunnel du

Simplon sera ouvert à l'exploitation, *mais elles seront remplacées par d'autres*, un nouveau partage du trafic s'établira entre les trois voies concurrentes, et il est probable que toutes les prévisions théoriques que l'on essaye d'établir au moyen de leurs zones d'attraction respectives seront déjouées une fois de plus. *Il est donc inutile de s'y appesantir.* »

Nous pensons, contrairement à cette conclusion, qu'il y a lieu au contraire de se préoccuper de cette question des zones d'attraction et de l'amélioration de notre outillage national, car si un trust analogue à celui de 1889 peut exister lorsque les parties contractantes possèdent des avantages analogues, il y a tout lieu de penser que ces conventions seront dénoncées par celle des parties qui aura fortifié sa position de telle sorte qu'elle aura assuré à ses lignes la majeure partie du trafic, et qu'elle n'aura plus à craindre la concurrence de ses co-associées primitives. Et le jour ne paraît pas éloigné où, avec les travaux qu'elle a exécuté tandis que nous demeurions dans le *statu quo*, l'Allemagne sera en mesure de conserver pour elle les recettes que ses lignes auront réalisées au lieu de les partager. Ne fût-ce même qu'à un point de vue personnel étroit, pour s'assurer le renouvellement des conventions à leur échéance, la Compagnie du P.-L.-M., par intérêt bien compris, devrait, par son raccordement avec le Simplon, devenir le réseau le plus important et le plus chargé pour le transport international Nord-Ouest-Sud-Est. C'est ce que le tracé Lons-le-Saulnier-Genève lui permettrait de réaliser.

Les traités de commerce de l'Allemagne. — Il faut attendre la traduction française des nouveaux traités de commerce que vient de conclure l'Allemagne avec l'Autriche-Hongrie, l'Italie, la Suisse, la Russie, la Belgique, la Roumanie et la Serbie pour se rendre compte de la répercussion qu'ils pourront avoir sur les intérêts économiques de la France.

Cependant il est dès aujourd'hui permis de constater qu'ils sont une victoire très nette des agrariens sur les industriels, et que les intérêts de l'industrie ont été sacrifiés à ceux de l'agriculture dans la plupart des cas, c'est-à-dire toutes les fois où la production agricole du co-participant n'est pas complémentaire de celle de l'Allemagne, sauf cependant dans le cas de la Russie où l'Empire germanique espère se créer d'importants débouchés industriels principalement pour ses industries métallurgiques et mécaniques, grâce à la réfection de l'outillage national russe.

En outre on peut noter un abaissement des droits quand l'industrie allemande n'a rien à craindre de la concurrence étrangère (moyen d'obtenir des concessions sérieuses sans en faire soi-même) et par contre une protection plus intense pour les industries nouvelles que l'on cherche à acclimater et enfin une augmentation sur les vins français et les articles de Paris.

Bien que nous jouissions, de par le traité de Francfort, de la clause de la nation la plus favorisée, il n'y a pas lieu de s'exagérer les avantages que nous en tirons, car dans ces traités comme dans ceux qui les ont précédés, l'Allemagne s'est ingéniée à nous priver de son bénéfice, en n'accordant de concessions que sur ceux des articles ou produits que la France ne produit pas et qui sont l'apanage de la nation avec laquelle elle traite.

Telles sont les considérations trop rapides que nous voulions faire aujourd'hui sur ce sujet; nous y reviendrons.

Les droits sur les tissus de soie. — Une proposition de loi de M. Morel tend à

frapper à l'importation tous les tissus de soie d'un droit uniforme de 750 francs, au lieu des droits de 400 francs, 240 francs, et 200 actuellement existants. Exception est faite pour les corahs, pongees et tussahs d'origine européenne, qui eux seront frappés d'un droit de 900 francs.

Si les Chambres de Commerce de Chambéry, Bourg, Aubenas, Tarare se sont prononcées pour cette proposition, celles de Paris, Bordeaux, Reims, Mâcon, celles établies à l'étranger et diverses associations corporatives se sont déclarées adversaires de l'augmentation des droits que propose M. Morel et l'Association des industriels et commerçants de France a fait entendre une véhémence protestation.

M. Laguionie a été chargé par la Chambre de commerce de Paris de faire un rapport sur la proposition de loi de M. Morel et sur le rapport que son auteur en avait fait.

Les conclusions par lesquelles il combat cette proposition sont fort intéressantes et décisives.

M. Laguionie met en lumière de façon saisissante la situation de l'industrie de la soie en France.

La production croît en valeur et marque un progrès de 10 p. 100 entre 1894-1898 et 1899-1903 avec respectivement 397 millions 900 000 francs et 437 millions 950 000 fr.

Pendant la même période nos exportations se sont élevées de 11 p. 100 et en 1904 atteignent les 78 p. 100 de la production avec 319 850 000 francs, tandis que les importations, qui n'en représentent que les 18 p. 100 dont 8 p. 100 d'origine, européenne, sont de 44 millions environ.

Notre consommation intérieure n'étant que les 22 p. 100 de notre production, les débouchés extérieurs nous sont indispensables et la proposition de M. Morel, faite dans l'intention de protéger notre industrie, menace sérieusement de compromettre gravement nos ventes à l'étranger.

Nous en avons fait une expérience, qui semble décisive à M. Laguionie, lors de la rupture des relations avec la Suisse. Nos importations d'origine européenne tombèrent de 24 à 13 millions en 1893, puis à 12 en 1894, mais parallèlement nos exportations s'abaissèrent de 115 1/2 à 89 et à 70 millions. La Chambre de commerce de Lyon, la plus directement intéressée, a constaté « l'influence déprimante qui, à la suite de l'application du tarif général à la Suisse en 1893 et 1894, s'est manifestée à la fois à l'entrée et à la sortie de France ».

Pour justifier sa proposition, M. Morel déclare qu'« une protection plus large ramènera la prospérité aux tissus de soie pure comme elle l'assure aux tissus mélangés dont la production n'a pas cessé de croître ». En regard de cette affirmation, voici les faits tels qu'ils résultent des statistiques :

En 1895 la production des tissus de soie mélangée était de.	138 160 000 fr.
En 1903 elle n'est plus que.	91 100 000 fr.
Soit 40 p. 100 en moins ou.	47 060 000 fr.

En attendant que sa proposition vienne en discussion devant le Parlement M. Morel a obtenu une satisfaction, sous forme d'une circulaire du 15 septembre 1904, émanée du ministre de Commerce et privant les Lyonnais d'une partie de leur matière première. Alors que la note A annexée au tarif de 1892 dit : « Seront admis en franchise les pongees, corahs, tussahs, tussors fabriqués avec de la soie écrue et n'ayant reçu l'apprêt ni de la teinture, ni de l'impression », le Comité des Arts et Manufactures a interprété ainsi cette clause formelle : « L'immunité est privative aux pongees, corahs,

tussahs ou tussors tissés dans des pays hors d'Europe en soie croisée, façon sergée qui n'ont pas été décreusés après tissage et n'ont pas subi l'apprêt ni de la teinture ni de l'impression. »

Et depuis le 1^{er} janvier 1905 il existe, au point de vue douanier, trois catégories de tissus asiatiques.

1^o Ceux qui teints, imprimés, continuent à être assujettis au droit de 900 francs ;

2^o Ceux qui fabriqués avec de la soie écrue, mais décreusés ou décreusés, sont astreints au même droit ;

3^o Ceux qui fabriqués avec de la soie écrue, mais non décreusés ou décreusés, sont encore admis en franchise.

Ce sont ceux-là que M. Morel veut soumettre au même droit de 900 francs, quasiment prohibitif étant donné que la Suisse les admet en franchise, et que l'Allemagne, désireuse de se constituer une industrie de la soie, les soumet à une taxe de 375 francs. Le résultat ne se ferait vraisemblablement pas attendre et l'on ne tarderait pas à déplorer la perte des 100 millions de francs de salaires que, d'après l'auteur lui-même de cette proposition, ces tissus procurent à la main-d'œuvre française.

Après les grèves de Marseille. — On sait que les grèves de Marseille ont été un véritable désastre pour l'Algérie, qui, bloquée pendant sept semaines, a manqué sa campagne de céréales et de vin faute de pouvoir arriver à temps sur le marché français. Les conséquences en ont été d'autant plus regrettables qu'elles ont déterminé une sorte de découragement au lendemain d'une période de prospérité très grande, source de confiance que les colons prenaient en eux-mêmes et dans leur colonie. Aussi pour prévenir dans la mesure du possible un nouvel isolement de l'Algérie pour une cause fortuite, le gouverneur général de l'Algérie fit nommer le 17 décembre dernier une commission d'études. M. Vel-Durand a résumé les conclusions auxquelles elle a abouti dans un rapport qu'a publié le *Journal officiel* (1). Il propose les mesures suivantes pour éviter l'interruption des communications entre la France et l'Algérie.

Les grèves d'inscrits maritimes interrompent la navigation en privant les bateaux de leurs équipages. Les grèves de dockers empêchent le débarquement des marchandises. La commission demande que l'obligation de soumettre les contestations à un arbitrage soit stipulée désormais dans les contrats passés entre l'État et les Compagnies de navigation et dans les contrats passés entre celles-ci, leurs états-majors et leurs équipages. Donc, en cas de conflit, sentence arbitrale dans tous les cas.

Si les compagnies refusent de s'y soumettre, usant d'une des clauses du contrat, l'État réquisitionnera leurs navires et continuera le service à leurs risques et périls.

Si ce sont les équipages, on fera appel à des volontaires, et à défaut à des officiers et marins de la flotte.

En cas de grève des dockers on embarquerait en Algérie des manœuvres arabes et, de crainte que la protection ne soit difficile à leur assurer dans une ville comme Marseille, les déchargements se feraient à Saint-Louis-du-Rhône, petite ville de 4 000 habitants facile à occuper militairement.

Si ces moyens étaient inefficaces, on suspendrait le monopole de pavillon, moyen extrême en un cas de force majeure et l'on demanderait à des navires de commerce étrangers de suppléer momentanément la flotte nationale et enfin les marchandises

(1) 20 mars.

étrangères seraient autorisées à emprunter les territoires étrangers et à rentrer en France sans payer les droits de douane, c'est-à-dire que la province d'Oran et celle d'Alger feraient leurs expéditions par Barcelone et Constantine, et la Tunisie par Gènes.

La grève des mineurs de la Ruhr. — La grève des mineurs de la Ruhr s'est terminée le 9 février dernier après une durée d'un mois environ et sans que les questions en litige eussent reçu une solution.

Cette grève avait été motivée par le fait que, malgré une prospérité sans précédent des grands cartels houillers, les mineurs avaient vu leur situation demeurer stationnaire et leurs revendications non accueillies. Aussi résolurent-ils la cessation du travail et formulèrent-ils les demandes suivantes :

1° Réduction de la journée de travail à 8 heures par paliers de 9 heures en 1905, 8 heures 1/2 en 1906 et 8 heures en 1907 ;

2° Suppression absolue des *longues coupes* (1) sauf dans les cas où les vies humaines sont menacées ou en cas de dégâts extraordinaires aux installations ;

3° Suppression absolue de l'*annulation* des wagonnets soi-disant trop peu remplis, c'est-à-dire paiement du charbon contenu au poids comme en Angleterre. Vérification en « poids et mesure » des wagonnets ;

4° Les mineurs auront leurs « peseurs jurés-contrôleurs » élus par eux, payés par eux en fait, mais par l'intermédiaire des Compagnies ;

5° Minimum de salaire ;

6° Établissement de conseils permanents de conciliation et d'arbitrage qui connaîtront de tous les griefs, abus et discussions sur les salaires ;

7° Interdiction aux administrations houillères d'avoir plus de la moitié des représentants dans les comités des caisses de secours ;

8° Livraison du charbon à prix coûtant et de bonne qualité aux mineurs ;

9° Création de *délégués à la sécurité des mineurs* élus et régis suivant la législation française ;

10° Traitement humain des mineurs, punitions et renvoi des ouvriers qui maltraitent les mineurs ;

11° Reconnaissance par les Compagnies de l'existence officielle et légale des syndicats.

La grève se déroula au milieu du plus grand calme. Plus de 195 000 ouvriers chôchèrent sur un total général de 270 000. Le comité des houillères de Westphalie se refusa à entrer en pourparlers avec les grévistes, notamment avec le syndicat, « individualité sans mandat ». Il n'accepta pas non plus la médiation que l'Empereur proposa le 19 janvier. L'opinion publique et le gouvernement se montraient favorables aux ouvriers. Le directeur général des Mines vint à Essen procéder à une enquête. L'Empereur décréta, pour examiner les réformes à introduire dans la législation des mines, la constitution de 6 commissions de fonctionnaires, de délégués patronaux et ouvriers qui parcoururent les districts, recueillant toutes les plaintes.

Au Reichstag, la grève modèle fit l'objet d'un débat qui occupa quatre séances. A l'exception des conservateurs, tous les députés concluaient que les mineurs devaient recevoir de la loi certaines satisfactions et le Gouvernement promit de déposer deux

(1) Heures supplémentaires.

projets de loi sur la capacité juridique des syndicats professionnels et sur la création de Chambres et de Conseils du Travail.

Malgré une nouvelle tentative de conciliation du Comité de la grève, le 5 février, le Comité des houillères persista dans son refus de négocier. Mais le chancelier de l'Empire intervint et dit à la Commission : « Reprenez le travail, je recevrai patrons et ouvriers. »

La reprise du travail était un fait accompli le 9 février après une réunion de l'assemblée plénière qui prit cette décision par 55 voix contre 5, le syndicat était à bout de ressources.

La grève a lourdement pesé sur la situation générale du marché des houilles : elle a causé un vide quotidien de 250 000 tonnes et l'Angleterre a profité de cette situation. On évalue la perte subie par l'industrie houillère à plus de 200 millions de marks par l'arrêt de la production et d'industries nombreuses.

La reprise du travail ne marque qu'une trêve, croyons-nous, et non la fin de la grève : l'intransigeance patronale sera vraisemblablement déplorée par ceux-là mêmes qui en ont été les avocats les plus ardents et si les ouvriers n'ont pas obtenu satisfaction sur les revendications qu'ils formulaient, puisqu'il n'y a pas eu entente entre les parties, ils ont fait intervenir l'État et un nouveau code minier leur accordera certains avantages qu'ils demandaient : ils auront ainsi obtenu la protection légale du mineur. « Une législation nouvelle se prépare, qui modifiera les conditions de l'exploitation minière et affaiblira la puissance des cartels », écrit le docteur Hans Richter, et ce n'est pas un résultat négligeable.

Mais la grève a eu encore une autre conséquence non moins importante : elle a démontré la solidarité réelle, effective, existant entre les mineurs allemands et ceux de Belgique. Après avoir comme leurs camarades des autres pays décidé de ne pas forcer la production dans le but d'aider au triomphe des revendications de leurs camarades de la Ruhr, ils ont décrété la grève, devenue bientôt une grève générale, qui dura du 5 février au 13 mars et menaça sérieusement la tranquillité et l'ordre publics.

Les Bills sur les syndicats et la journée de 8 heures dans les mines pour les enfants, au Parlement anglais. — Depuis l'arrêt de la Chambre des lords rendu le 22 juillet 1901, proclamant contrairement à une jurisprudence trentenaire la responsabilité pécuniaire des Trade-Unions, celles-ci ont résolu de se faire législativement accorder le statut qu'elles avaient cru posséder depuis 1871.

En 1903 la proposition de loi, autorisant le *Picketing* légal et déchargeant les Unions de la responsabilité pécuniaire pour les dommages causés à des tiers par un ou des membres, avait été repoussée par une majorité de 30 voix et vivement combattue par le Gouvernement.

En 1904 la même proposition en deuxième lecture fut, malgré l'opposition du Gouvernement, votée par une majorité de 39 voix. Il est vrai que le Ministère n'avait pas posé la question de confiance. Cette année, toujours en deuxième lecture, la majorité s'est élevée à 122 voix. Il faut dire que le Gouvernement s'était désintéressé de la question et qu'il avait donné toute liberté à ses partisans. Il ne faudrait pas s'exagérer l'importance du vote : il faut en partie l'attribuer au fait que les élections étant relativement prochaines, les députés ne veulent pas trop compromettre leur popularité et leurs chances de succès.

Il ne faut pas oublier non plus qu'il ne s'agissait que de la seconde lecture du projet

et que certains exemples montrent qu'il est des propositions adoptées plus de 17 fois en seconde lecture par la Chambre des communes et qui n'ont jamais dépassé ce stade de la procédure.

Et quand bien même le Trade-Unions Bill ne subirait pas le même sort, il ne s'ensuit pas qu'il serait adopté sous la forme qu'il avait le 10 mars. Une majorité de 105 voix l'a envoyé au *Grand Committee on Law*. Il y sera discuté phrase par phrase et peut-être ne subsistera-t-il plus rien du texte primitif lorsqu'il reviendra, s'il revient même, devant la Chambre des communes pour la troisième lecture.

C'est pour des raisons de même ordre que nous ne devons pas non plus attacher une grande importance au vote, également en seconde lecture, de la proposition fixant à 8 heures la journée de travail des mineurs. En fait la loi ne s'appliquerait qu'aux jeunes gens de moins de 18 ans qui sont seuls à faire 10 heures, les adultes ne travaillant généralement que 7 heures ou 7 heures et demie.

Il faut signaler cependant à ce propos l'opposition faite à la mesure par les députés ouvriers du Durham et du Northumberland : elle est classique et depuis plus de 10 ans dans les Congrès syndicaux ils déclarent que l'intervention législative est inutile, car ils ont déjà en fait la journée de 8 heures et même de 7, que la loi ne ferait que sanctionner une situation existante. Mais leur véritable raison, souvent mise en lumière d'ailleurs, est que le Bill en question leur interdirait de faire travailler les enfants pendant 10 heures, ce qui serait pour eux une cause de gêne : le nombre des ouvriers de moins de 18 ans étant trop faible pour que les services qu'ils rendent puissent être accomplis en 8 heures seulement.

NOTES DE MÉCANIQUE

SUR LA GAZÉIFICATION DES COMBUSTIBLES DANS LES GAZOGÈNES, AU POINT DE VUE
DE L'APPLICATION AUX MOTEURS, d'après *M. Karl Kutzbach* (1).

Ce fut la pensée de recueillir les gaz des hauts fourneaux et de les utiliser au chauffage, au lieu de les enflammer, qui amena la découverte des gazogènes. Aubetot (1814) et, en Allemagne, Faber du Faur à Wasseraal (1837), sont les premiers qui aient utilisé ces gaz, et qui aient même eu l'idée du gazogène proprement dit, c'est-à-dire indépendant du traitement du minerai. Les premiers gazogènes à peu près parfaits furent construits en France par Ebelmen, de 1841 à 1843. Ebelmen est aussi le premier qui introduisit, outre l'air, de la vapeur d'eau sur le combustible incandescent. Son appareil de 1841, destiné à un four à puddler, comporte le chauffage de l'air froid et une introduction d'eau et de vapeur dignes d'attention. Il construisit aussi un gazogène en forme de haut fourneau, dans lequel on soufflait de l'air à 1/20 d'atmosphère et de la vapeur surchauffée ; le combustible était du charbon de bois, avec addition de scories comme fondant. En introduisant seulement de l'air, la scorie fondait et coulait ; si l'on introduisait en même temps de la vapeur d'eau, la scorie ne fondait plus, arrêtant le fonctionnement. Pour obvier à cet inconvénient, Ebelmen disposa ensuite l'introduction de vapeur notablement plus haut que l'introduction de l'air, dans le but d'obtenir au moins à la partie inférieure le rouge blanc nécessaire pour la fusion des scories.

C'est à lui encore qu'est dû l'emploi de la trémie de chargement. Ebelmen a également construit un gazogène à combustion renversée pour gazéifier le bois ; dans ce dispositif les goudrons distillent à travers la couche incandescente et s'y décomposent.

On reconnaît déjà, dans ces premiers appareils d'Ebelmen, les grands principes qui président à la construction des gazogènes actuels. Ces appareils ont été étudiés d'une façon complète et ils ont pris un très grand développement.

L'introduction des gazogènes dans la métallurgie, les verreries et les fabriques de produits chimiques s'est faite assez lentement. F. Siemens, en utilisant les chaleurs perdues dans son régénérateur, obtint des températures plus élevées, mais il contribua bien plus à généraliser le chauffage par le gaz qu'à perfectionner la production du gaz de gazogène.

Ce qui nous intéresse surtout aujourd'hui, c'est la production de gaz pouvant servir directement à actionner des moteurs. Autant que je sache, à part quelques essais infructueux faits en 1862, c'est l'Anglais Dowson qui, pour la première fois, établit une installation complète de gazogènes en vue de l'alimentation des moteurs à gaz. Ses brevets datent de 1878 et 1883. Le dispositif créé par Dowson, est resté dans ce qu'il a d'essentiel et porte encore son nom. Ce dispositif comprend un générateur, une chaudière à vapeur, un injecteur pour introduire simultanément l'air et la vapeur dans le généra-

(1) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 18 février 1905, N° 7.

teur, un condenseur à eau, un laveur pour refroidir et purifier le gaz, un épurateur à sciure et un gazomètre. La première installation se fit en Angleterre en 1879; l'introduction en Allemagne eut lieu en 1886, à l'usine Deutz. La nécessité d'un générateur de vapeur mit obstacle à l'emploi du système Dowson dans les petites exploitations.

L'idée d'aspirer l'air et la vapeur dans le générateur au moyen d'un ventilateur ou du moteur lui-même, au lieu de l'y comprimer, demanda de longues années avant de porter des fruits. Les premières installations de ce genre de système (Benier 1894 et Körting), n'eurent pas de succès. Le système Taylor eut quelque succès à l'Exposition universelle de Paris en 1900. Vers le même temps, l'ingénieur Gerdes, de la maison Julius Pintsch, de Berlin, construisait un moteur aspirant de 119 chevaux pour l'usine électrique de Heussy, en Belgique.

Le succès du système Taylor fut rapide, par suite de son bon marché et de l'absence de chaudière ou de gazomètre spéciaux. Dès 1901 les constructeurs de moteurs à gaz se mirent à construire des modèles analogues, de sorte qu'actuellement, c'est par milliers de chevaux qu'il faut compter l'énergie fournie par les moteurs à gaz aspirants. Les installations dépassent souvent 1 000 chevaux. Jusqu'à ce jour les seuls combustibles qui peuvent être gazéifiés sans difficultés sont le coke et l'anthracite; le charbon de bois est trop cher,

J'ai essayé de présenter, dans ses grands traits, le développement de la construction des gazogènes. Mais nous ne sommes encore qu'au début de l'application des gaz de gazogène à la production économique de la force motrice.

Voyons maintenant quelles sont les conditions que doivent remplir les gazogènes combinés avec des moteurs convenables, pour qu'ils puissent soutenir la concurrence avec la machine à vapeur? Ces conditions sont les suivantes;

I. Ils doivent utiliser aussi complètement que possible le combustible, en évitant toute perte de chaleur, et en produisant le gaz le mieux approprié au moteur.

II. Ils doivent présenter une sécurité complète de l'installation.

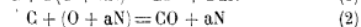
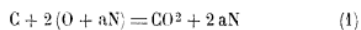
III. Les frais d'installation et d'exploitation doivent être aussi réduits que possible.

I

Nous allons étudier dans tous ses détails la première de ces conditions, c'est-à-dire la gazéification du combustible. Pour étudier les conditions les plus avantageuses de la gazéification, il est bon d'avoir une connaissance exacte des phénomènes physiques et chimiques qui se produisent pendant cette opération.

La gazéification est d'autant plus complète que les pertes de chaleur par rayonnements, etc., sont évitées, et que la chaleur propre des gaz, quittant le générateur, est communiquée d'une façon utile, au combustible, à l'air, et à la vapeur d'eau. Comme ce transport de la chaleur est difficile à réaliser, en pratique, on atteindra ce but en réduisant au minimum la chaleur propre et les pertes de la chaleur, ainsi qu'il est expliqué plus loin.

La fig. 1 représente la *thermochimie* de la combustion du carbone pur, dans l'air et la vapeur d'eau. Pour la combustion de 1 kg. de charbon dans l'air, on a les équations:



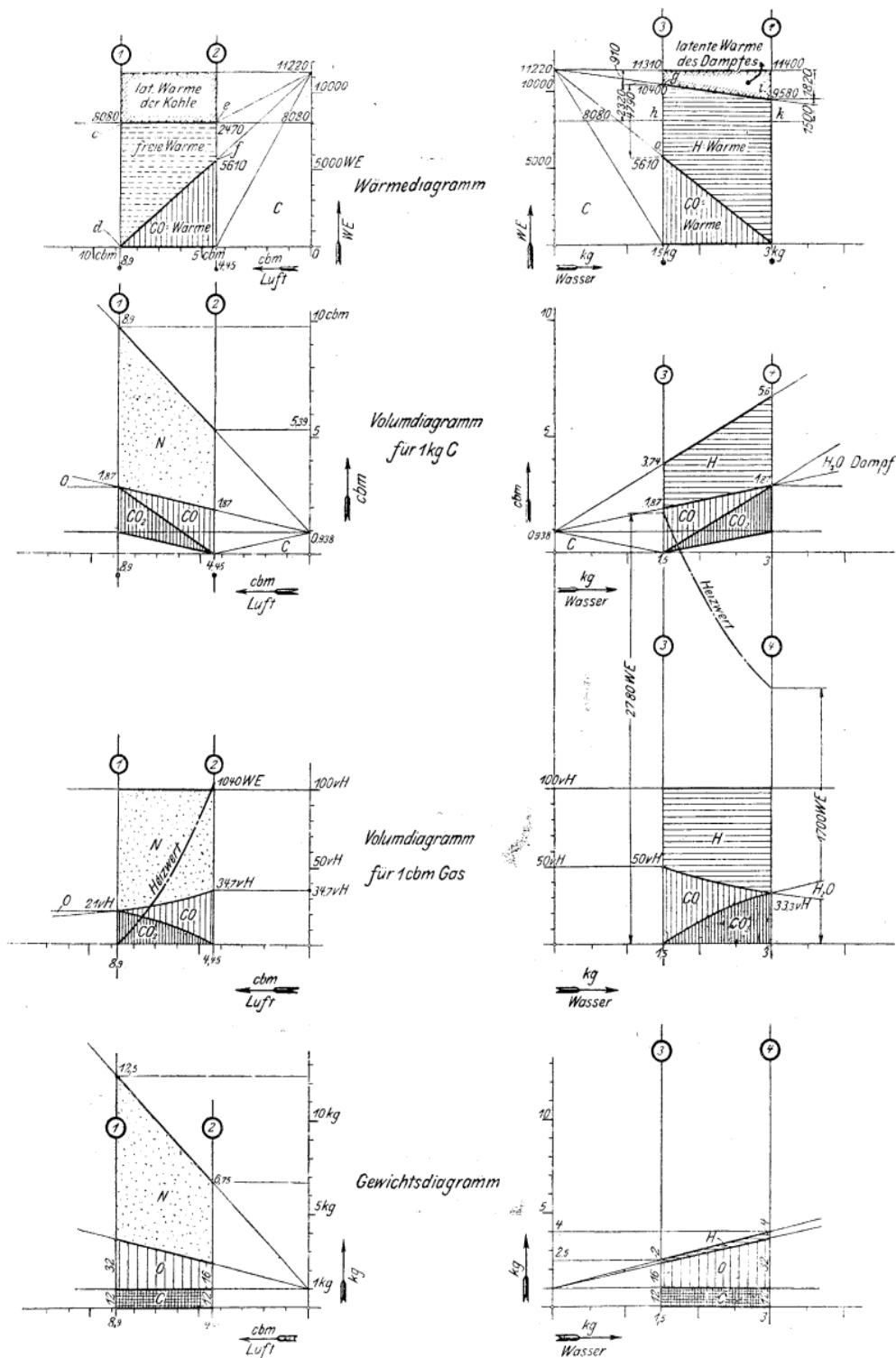


Fig. 1. — Termochimie du CO et CO₂ : Volumes rapportés à 0° et à 760 mm. — Combustion de 1 kilogramme de charbon. — Dampf = vapeur. — Heizwert = pouvoir calorifique. — Lat. Wärme d. Kohle = Chaleur latente du charbon. — Freie Wärme = Chaleur libre. — Gewichtsdiagramm = diagramme en poids. — Volumdiagramm = diagr. en volumes. — W. E. = calorie.

Dans l'équation (1) il se produit 8080 calories de chaleur libre ou de perte de chaleur, au moyen de l'oxygène contenu dans 8,9 mètres cubes d'air. Dans l'équation (2), les 4,45 mètres cubes d'air produisent 2470 calories seulement, et les 5610 calories de différence restent latentes dans le CO produit. Entre ces deux limites de 8080 et de 2470

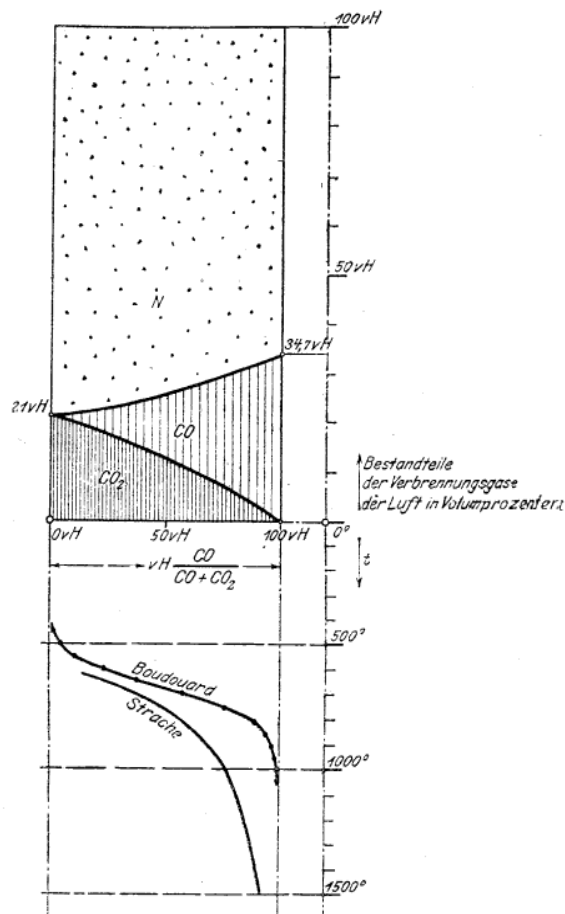
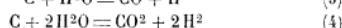
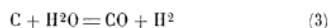


Fig. 2. — Température et gaz engendrés lors de la combustion du carbone dans l'air : 50 v. H. = 50 pour 100. — Bestandteile der Verbrennungsgase der Luft in Volum prozenten = composition des gaz de la combustion en vol. p. 100.

calories correspondant aux deux équations susdites, tous les degrés intermédiaires de combustion sont possibles. Il est à remarquer qu'une partie de la chaleur latente du charbon est employée pour la gazéification; c'est la raison pour laquelle le charbon ne donne pas 11220 calories, mais seulement 8080; les quantités de chaleur mises en liberté, lors de la formation de CO, ne sont pas exactement non plus la moitié de celles résultant de la formation de CO₂.

Les gaz résultant de la combustion de 1 kg. de charbon sont indiqués, fig. 1, dans le diagramme des volumes, savoir : pour le 1^{er} cas 1,87 m³ de CO² dans 8,9 m³ de gaz ; et pour le second cas 1,87 m³ de CO dans 5,39 m³ de gaz. Au-dessous est figuré le même diagramme en volume, mais rapporté à 1 m³ de gaz ; il indique respectivement 21 p. 100 de CO² et 34, 7 p. 100 de CO. La courbe des pouvoirs calorifiques indique 1 040 calories comme maximum. Enfin, au-dessous, se trouve le diagramme au poids. Le rapport des valeurs en poids et en volume donne évidemment le poids du mètre cube de gaz.

Si on conduit de la vapeur d'eau sur le charbon incandescent on obtient un mélange d'hydrogène, de CO et de CO² conformément aux équations :



qui peuvent se produire simultanément.

Dans le cas (3) 1, 5 kg. de vapeur est décomposé par 1 kg. de charbon, l'énergie calorifique de CO et H est de 10 400 calories. Dans le cas (4) 3 kg. de vapeur sont décomposés en CO² et H. L'énergie calorifique est de 9 580 calories. Pour le dernier calcul, on ne compte que les calories dégagées par la combustion de l'hydrogène à l'état de vapeur d'eau et condensation de cette vapeur, c'est-à-dire en soustrayant la chaleur latente de cette vapeur.

Les gaz formés sont indiqués par le diagramme en volume. Le pouvoir calorifique est très élevé dans le cas (3) : il est de 2 780 calories. Les poids sont faibles, c'est pourquoi le gaz à l'eau est si léger.

Parmi les facteurs qui ont une influence sur les différents modes de décomposition, la température joue le rôle principal.

Dans une réaction chimique, lorsqu'on élève la température, les actions chimiques se modifient dans le sens opposé à l'élévation de température, c'est-à-dire que les réactions qui tendent à se produire sont celles qui dégagent le moins de chaleur, ou produisent le plus grand refroidissement. Dans le cas de la combustion du C dans l'air, c'est la formation de CO qui dégage le moins de chaleur ; dans le cas de la décomposition de la vapeur, c'est également la formation de CO qui produit le plus grand refroidissement. Les courbes de la figure 2, établies d'après les travaux de Boudouard et de Straches, en sont la confirmation. La partie supérieure de la figure 2 représente les volumes correspondants à 1 m³ de gaz à l'air, d'après la figure 1 ; au-dessous, se trouve la courbe des températures. La courbe établie d'après les mesures de Boudouard concorde avec les valeurs de Naumann et de Ernst. Elle indique les températures pour lesquelles il y a équilibre entre les quantités de CO et CO² correspondantes.

La seconde courbe donne la moyenne d'une série d'expériences faites par Straches dans un générateur à coke dont la température moyenne fut obtenue par le calcul (2). La divergence avec les valeurs de Boudouard provient surtout de ce fait, qu'entre les morceaux de coke, le CO brûle à l'état de CO², tant que l'oxygène libre est présent. Lorsque la grosseur des morceaux de coke diminue, en particulier lorsque l'on emploie du charbon en poussière ou du charbon de bois, la courbe se rapproche de plus en plus de celle de Boudouard.

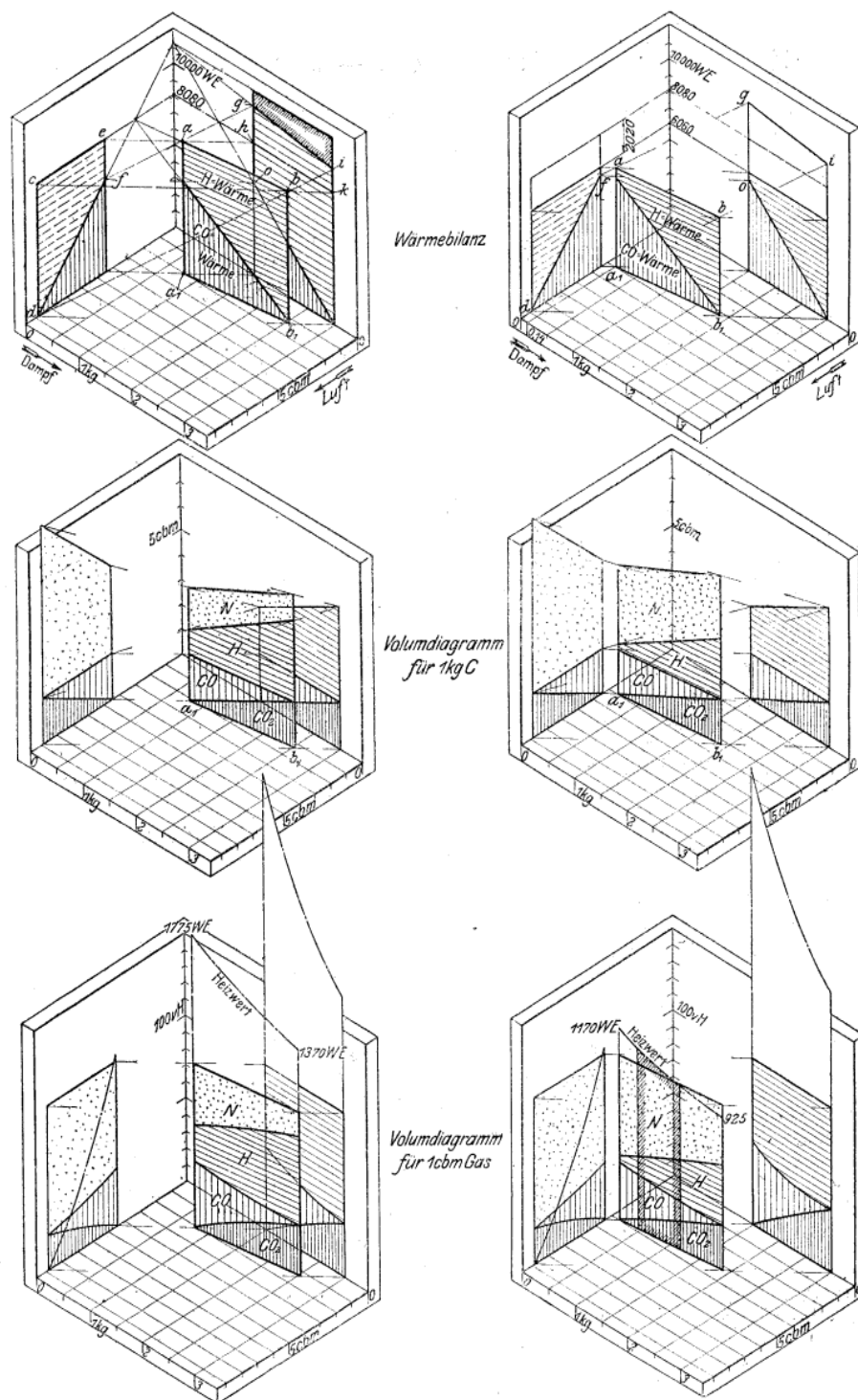


Fig. 3. — Diagrammes de la formation du gaz mixte : 75 v. H. Wirkungsgrad = 75 pour 100 d'effet utile.
 — Dampf = vapeur. — Heizwert = pouvoir calorifique. — Luft = air. — Wärme = chaleur. W. E. = calorie.

TABLEAU I

États d'équilibre entre CO, CO² et C, à diverses températures d'après Boudouard (1).

Températures. degrés.	CO p. 100 dans CO + CO ²	CO ² p. 100 dans CO + CO ²
450	2	98
500	3	95
550	11	89
600	23	77
650	39	61
700	58	42
750	76	24
800	90	10
850	94	6
900	96,5	3,5
950	98,5	1,5
1 000	99,3	0,7
1 050	99,6	0,4

Dans le cas de la décomposition de la vapeur d'eau par le charbon, nous ne possédons pas encore de courbe d'équilibre établie avec certitude. Les valeurs trouvées par Harries, en décomposant de la vapeur d'eau dans un tube contenant du charbon de bois incandescent, peuvent cependant être intéressantes à consulter pour la marche des gazogènes. On peut en conclure que pour des températures inférieures à 900°, la décomposition de la vapeur et la formation de CO sont très faibles (2).

TABLEAU II

Décomposition de la vapeur d'eau par le charbon incandescent à diverses températures, d'après Harries (3).

Températures.	CO p. 100 dans CO + CO ² .	Vapeur d'eau p. 100 décomposée.	Vapeur d'eau non décomposée en pour 100 du gaz à l'eau.	Vitesse du courant gazeux (litre-secondes).
674°	14	8,8	680	0,9
758°	22,2	25,3	193	1,8
838°	34,8	34,7	117	3,66
838°	41,4	41,0	90	3,28
861°	45	48,2	64	5,3
954°	83,2	70,2	20,8	6,3
1 010°	97,1	94,0	3,1	6,15
1 060°	97,4	93,0	3,8	9,8
1 125°	98,76	99,4	0,3	11,3

Dans un gazogène, la température n'est pas uniforme. La température croît d'abord à partir de la grille, jusqu'à ce que tout l'oxygène soit consommé; puis elle diminue. La formation de CO ou CO² dépend en chaque point de la température. La transformation du CO² déjà formé en CO dans les couches chaudes, et la transformation inverse dans les couches plus froides, ont lieu simultanément. Le gaz sortant est un compromis entre les deux formations inverses, suivant les différentes températures. Le

(1) *Annales de Chimie*, 1901, p. 24.(2) *Journal für Gasbeleuchtung*, 1900, p. 359.(3) *Journal für Gasbeleuchtung*, 1894.

rôle de la température est d'autant plus décisif qu'elle est plus élevée. Dans les gazogènes fonctionnant à hautes températures, on obtient des gaz contenant très peu de CO_2 . Un gazogène travaillant seulement avec de l'air, sans autre réfrigération, ne peut marcher à froid, car il s'échauffe de lui-même rapidement. Pour obtenir une forte production de CO_2 , il faudrait des interruptions fréquentes, et un combustible en gros morceaux, c'est le cas du gazogène Dellwick.

Considérons, de nouveau, les premiers diagrammes de la figure 1, pour le gaz à l'air et le gaz à l'eau. On voit que, dans le cas de la formation du gaz à l'air, il y a une grande quantité de chaleur libre. Dans le cas du gaz à l'eau, par contre, il y a un manque évident de chaleur libre, le C ne pouvant donner que 8080 calories. Dans le cas (3), il manque 2320 calories; dans le cas (4), il en manque 1500 (vapeur à 0°). Au contraire, si on conduit simultanément de l'air et de la vapeur dans le gazogène, la chaleur libre du gaz à l'air peut remplacer ce qui serait perdu pour la décomposition de la vapeur. Dans la figure 3 (Wärmebilanz), cette comparaison est établie graphiquement. Le premier diagramme représente, dans l'espace, le cas de la gazéification complète avec 100 p. 100 d'effet actif. Les trois coordonnées de ce premier diagramme indiquent les calories des quantités d'air et d'eau introduites, qui subissent la réaction. Dans les deux plans perpendiculaires sont reproduits les diagrammes calorifiques de la figure 1, pour le gaz à l'eau et le gaz à l'air. Ce diagramme permet de rechercher les points pour lesquels l'air et la vapeur sont en proportions telles que la totalité de la chaleur disponible soit employée pour la formation du gaz à l'eau. Les points c, d, e, f limitent la chaleur libre dans la formation du gaz à l'air; les points k, i, g, h , limitent le déficit de chaleur dû à la formation du gaz à l'eau. Les points de rencontre a et b projetés en a_1 et b_1 , permettent de lire les quantités cherchées de vapeur et d'air. Le procédé repose sur ce fait que le point a , dont le point A est la projection, doit être situé à la fois sur la ligne eh , qui limite les 8080 calories disponibles du C, et sur la ligne fg qui limite la quantité de chaleur chimiquement combinée: il doit donc être à leur intersection. De même, b doit être situé à l'intersection de ck (8080 calories) et de di , seconde limite des chaleurs chimiquement combinées.

De plus, les points e, h, k, c , ainsi que les points f, g, i, d sont dans un même plan; par conséquent leur intersection ab qui se projette en $a_1 b_1$, représente la droite sur laquelle se trouvent toutes les proportions possibles d'air et de vapeur, pour lesquelles toute l'énergie du carbone gazéifié se retrouve combinée chimiquement au CO et H.

Pour la détermination numérique des quantités cherchées, relatives à 1 kilog de C., il suffit de rappeler que la quantité d'air en a est aux 4,15 mètres cubes nécessaires en c comme $ah : eh = gh : gh + ef = \frac{2320}{2320 + 2470}$; c'est-à-dire 215 mètres cubes. La quantité de vapeur en a est de $1,5 \frac{2470}{2320 + 2470} = 0,77$ kgr. La quantité d'air en a s'élève à $8,9 \frac{1500}{8080 + 1500} = 1,4$ mètres cubes, pendant que la quantité de vapeur décomposée est de $3 \frac{8080}{8080 + 1500} = 2,53$ kilogr.

Dans le diagramme du mélange des gaz à l'air et à l'eau, la puissance calorifique, donnée par la droite of est naturellement la même que celle trouvée par les diagrammes respectifs du gaz à l'air et du gaz à l'eau. La chaleur libre du gaz à l'air apparaît maintenant comme chaleur de l'hydrogène. La gazéification complète ayant

100 pour 100 d'effet actif suppose que les gaz produits ont une chaleur propre égale à celle des éléments qui servent à sa production.

Mais les gaz quittent la zone de production avec la température des couches qui les ont engendrés, c'est-à-dire avec une grande chaleur propre, dont ils ne cèdent qu'une faible partie au charbon, à l'eau ou à la vapeur. C'est récupération ne s'élève guère

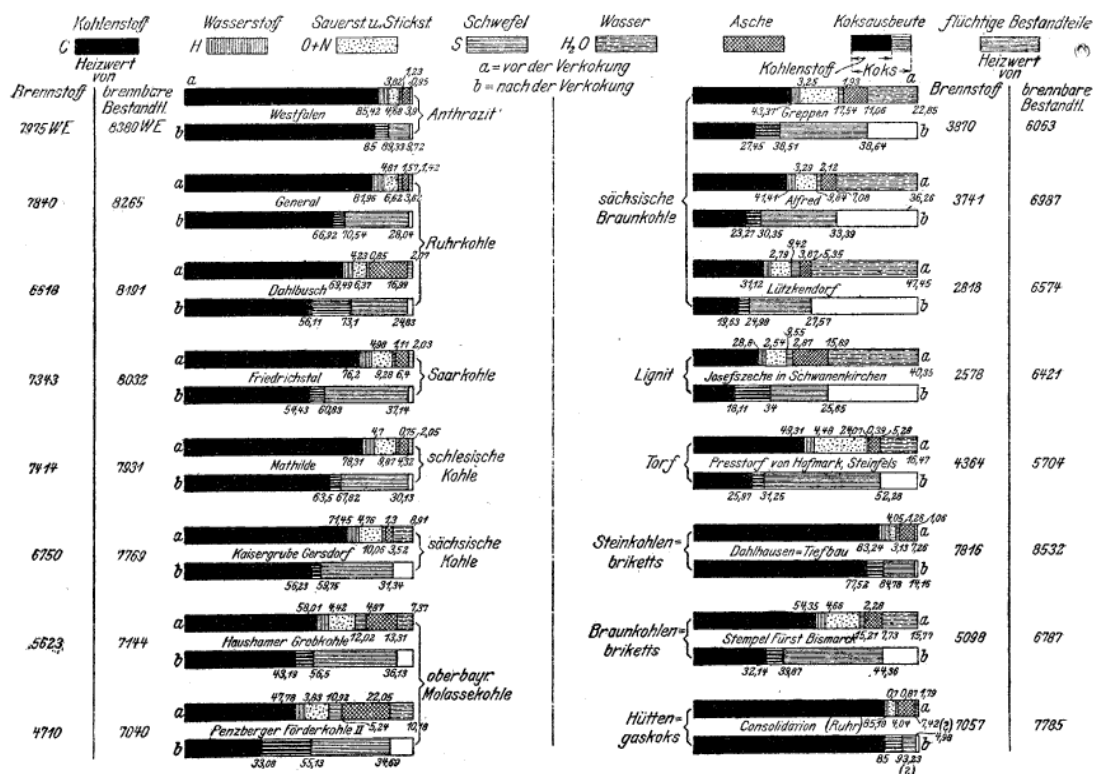


Fig. 4. — Composition chimique et pouvoir calorifique des combustibles allemands : Asche = cendres. — Flüchtige Bestandteile = matières volatiles. — Koksausbeute = rendement en coke. — Hüttengaskoks = coke métallurgique. — Torf = tourbe.

qu'à quelques unités pour 100. Dans les gazogènes ordinaires, on ne peut guère compter sur un effet actif dépassant 75 à 85 p. 100. La différence représente la chaleur nécessaire pour chasser les substances volatiles, et la perte par rayonnement.

Prenons comme limite inférieure un rendement de 75 p. 100. Dans ce cas, on obtiendra comme précédemment pour le cas théorique, le bilan de chaleur (Wärmebilanz), (fig. 3 de droite). La quantité de chaleur disponible est diminuée de 2020 calories. Dans le cas de la formation de CO pur, on obtient pour un rendement de 75 p. 100 l'équilibre, avec 4 mètres cubes d'air et 0,14 kg. de vapeur. Dans ces bilans graphiques, on peut tenir compte facilement de toutes les autres quantités de chaleur introduites ou perdues ; c'est ainsi qu'on peut suivre différentes opérations telles que

le réchauffage de l'air, le surchauffage de la vapeur, etc., par exemple, dans le cas des hauts fourneaux.

Les diagrammes suivants permettent d'obtenir, une fois les états d'équilibre établis (ligne $a_1 b_1$), la composition du mélange de gaz à l'air et de gaz à l'eau, c'est-à-dire : d'abord les quantités absolues de gaz formés en mètres cubes, ensuite la composition pour 1 mètre cube et la puissance calorifique. Il est intéressant de remarquer combien les variations dans la production en CO^2 , ou dans le rendement, ont d'influence sur la formation de l'H.

La composition chimique d'un certain nombre de combustibles allemands est représentée dans la figure 4 (d'après Bunte). En tête, se trouve l'anthracite, en queue le coke : les deux seuls combustibles généralement employés pour les gazogènes ; dans l'intervalle, les charbons de la Ruhr, de la Sarre, de Silésie, de Bavière et de Saxe ; le lignite, la tourbe, les différents agglomérés. Le diagramme a indique la teneur en C, $\text{H}_2\text{O} + \text{Az}$, S, eau et cendre. Le diagramme b donne les produits de la distillation à l'abri de l'air, savoir le gaz et les produits volatils, autres que l'eau. On voit de suite que le coke contient moins de carbone que la houille génératrice, une partie s'échappe en effet, combiné à l'hydrogène sous forme de goudrons et carbures (indépendamment du CO). La distillation commence de 500 à 800°, par conséquent elle est déjà terminée, avant l'arrivée dans la zone de production du gazogène. Pour la gazéification elle-même, il ne reste plus que le carbone du coke, c'est-à-dire peu de chose dans le cas des houilles à longue flamme.

Si l'on songe que les gaz formés doivent vaporiser l'humidité, chasser les gaz volatils et chauffer le charbon, y compris la cendre, on voit que la température de la combustion doit être aussi élevée que possible, surtout dans le cas de combustibles très humides ; par conséquent, la perte de chaleur s'élève et l'effet actif diminue. La houille grasse (Braunkohle) et la tourbe sont de suite à rejeter, à cause de leur grande humidité. Par contre, tous les autres combustibles peuvent être brûlés aussi avantageusement dans le gazogène que dans les foyers ordinaires.

Pour obtenir la composition du gaz produit, on portera, dans le diagramme des volumes, les données relatives au gaz d'éclairage, produit par 1 kilogramme de charbon. Il en résulte une élévation notable du pouvoir calorifique du gaz formé, car les gaz volatils de la houille possèdent par eux-mêmes 4 à 5 000 calories pour certaines houilles. Le formène du gaz de gazogène, et une partie de l'hydrogène proviennent de ces gaz volatils. L'effet actif d'un gazogène augmente donc d'autant plus que le charbon contient plus de matières volatiles.

Il reste encore une question à étudier. De tous les gaz possibles, quel est celui que doit désirer obtenir le constructeur ? En d'autres termes, désire-t-il avoir plus de CO ou plus d'H ?

L'hydrogène possède vis-à-vis de l'oxyde de carbone les propriétés suivantes :

- 1° Sa température d'inflammation est notablement plus basse que celle de CO ;
- 2° Sa vitesse de combustion est plus grande que celle de CO , à la température ordinaire ;
- 3° Sa vitesse de diffusion est plus grande, de sorte que son mélange avec l'air est plus rapide ;
- 4° Il a besoin d'un plus grand excès d'air, pour sa combustion, que CO ;

Enfin, 5° sa présence est très importante pour l'allumage. De petites variations, dans la teneur en hydrogène, ont une grande influence sur la vitesse d'inflammation

du mélange. De grandes variations peuvent entraîner des interruptions de marche.

En conséquence, le constructeur du moteur demande : ni trop d'hydrogène, afin que la machine ne soit pas trop délicate ; ni trop peu, afin de corriger la paresse de CO à s'enflammer, et activer ainsi l'allumage. Pratiquement, dans l'état actuel, la teneur en hydrogène doit être de 10 à 15 p. 100 dans le gaz, soit environ 5 p. 100 dans le mélange combustible pour le moteur.

Je mentionnerai, de plus, que c'est le moteur qu'il faut construire en vue du gazogène, plutôt que l'inverse, car il y a des raisons fondées de produire le plus possible d'hydrogène dans le gazogène.

Dans les derniers diagrammes en volume (fig. 3), les gaz du gazogène sont encadrés, suivant les quantités de vapeur introduites. Le gaz le plus riche en H et par suite aussi en CO² correspond à la marche du gazogène Mond. Cette teneur en hydrogène peut encore s'accroître pour des combustibles riches en matières volatiles. La marche froide de ce gazogène donne des résultats excellents, mais pourtant ils sont amoindris par le grand excès de vapeur non décomposée (jusqu'à 3/4).

II

La seconde condition pour l'emploi du gaz est la *sécurité complète de l'installation*. On exigera, dans ce but :

- a) Une marche de longue durée ;
- b) L'uniformité du dégagement gazeux, même lorsque les charges varient ;
- c) L'absence de poussière et de goudron dans les gaz.

a. — La condition principale pour la durée du fonctionnement est de donner de justes proportions à l'installation. Les dimensions dépendent de la puissance calorifique et de la surface active d'un égal volume des divers combustibles ; enfin, de la formation des scories.

On peut admettre comme indication que le gazogène doit contenir assez de combustible, pour fonctionner pendant cinq heures à pleine charge.

Si le gazogène est mal calculé, l'air non brûlé peut atteindre la surface supérieure et là, s'unir au CO pour donner CO². Nous aurions ainsi un mode de combustion intermédiaire entre le chauffage au moyen des foyers et le chauffage au moyen des gazogènes. Les premiers ne diffèrent, en effet, des seconds que par l'excès d'air ou l'épaisseur plus faible de la couche de combustible ; mais la formation de CO qui dépend de la température seule s'y produit de même.

L'expérience acquise dans la combustion sur grille, peut servir pour les gazogènes. On assimilera la grille de ce dernier à celle d'un foyer de faible tirage. Pendant que l'on peut développer sur un foyer de générateur, ordinaire, de 5 à 8000 calories par dm², on doit pouvoir développer sur une grille de gazogène 10000 calories et plus, par suite de la faible quantité d'air. Avec l'aide du tirage artificiel et le soufflage du vent, on peut diminuer considérablement la surface de la grille. Par exemple, dans le cas d'un haut fourneau produisant 500 tonnes de fonte par jour, si l'on prend la section du creuset, comme surface de grille, on a une production de 6000 chevaux ; mais si le remplissage avait lieu avec du coke seulement, on pourrait obtenir assez de gaz pour produire 10000 chevaux et cela sans chauffage préalable de l'air soufflé.

Le volume à donner au gazogène, pour une durée de marche de cinq heures, dépend

de la valeur calorifique du litre de combustible. 1 litre de houille grasse, séchée à l'air, soit environ 0,8 kilogrammes ou 1 litre de coke (0,4 kg.) peuvent fournir 3 000 cal., 1 litre de houille maigre ou d'anthracite (0,8 kg.) donnent 5 000 calories.

Les dimensions des gazogènes, calculées d'après ces données, peuvent varier dans la proportion de 3 à 5.

Le gazogène de volume minimum sera alimenté par de l'anthracite menu, ou du poussier de houille.

Une seconde condition, pour que la marche soit de longue durée, est l'élimination des scories. Les gazogènes à houille, tels qu'ils sont employés en métallurgie, fonctionnent sans grille et avec introduction d'air sous pression. Les scories s'accumulent à la partie inférieure jusqu'à ce que la marche s'arrête. On laisse alors tomber le fond avec les scories, et on place une fausse grille. Ces gazogènes ne sont pas propres à la production du gaz pour moteur.

Par contre, dans le gazogène de *Duff*, le fonctionnement est continu, lorsque le combustible ne donne pas trop de scories. Ces dernières tombent dans une bûche contenant de l'eau, d'où on les retire régulièrement. La forme de la grille nécessite une introduction d'air comprimé.

La question de l'enlèvement des scories est une des plus importantes dans la construction des gazogènes. Les scories peu fusibles sont le plus grand obstacle à la marche continue; on y remédie au moyen d'une grille facilement pénétrable, ou en employant les trois moyens suivants :

1° Fusion de la scorie, C'est le cas du haut fourneau. Ce procédé nécessite la production de la température la plus haute possible, par conséquent le chauffage préalable de l'air, ainsi que l'addition d'un fondant convenable. Il n'est pas économique, si l'on n'a pas en vue, comme dans le haut fourneau, la production du fer. Dans ce dernier cas, la réfrigération du creuset et des parties métalliques entraîne une grande perte de chaleur. La vapeur peut être introduite au-dessus de l'air, pour éviter son action réfrigérante (Ebelmen, 1843).

2° Refroidissement et, par suite, bris des scories, par l'introduction d'un excès de vapeur; ce procédé est applicable dans la marche à basse température, il évite également la détérioration rapide de la grille et du revêtement réfractaire.

C'est le cas du gazogène Mond; il livre un gaz riche en hydrogène et peut gazéifier les combustibles donnant beaucoup de scories. L'air et la vapeur s'échauffent entre les barreaux de la grille qui s'écartent de bas en haut en forme de cône. Les cendres passent par le milieu.

Dans le cas où l'on refroidit la grille ou le cône de chargement, il n'est pas nécessaire d'employer autant de vapeur. C'est ce qui a lieu pour le gazogène Turk. Le principe de ce gazogène est digne de remarque, son emploi pour le chauffage est déjà très répandu.

3° La combustion renversée, qu'introduisit Ebelmen pour ses gazogènes à bois. Dans cet ordre d'idées, le gazogène de Deschamps, pour les combustibles bitumineux, est remarquable. Dans la combustion renversée, la température reste relativement basse, car les gaz qui s'échappent ne peuvent céder leur chaleur au combustible. Les cendres tombent sans se ramollir et sont éliminées régulièrement à la partie inférieure.

Ce procédé, qui réussit bien dans de petites installations, n'est pas avantageux pour des gazogènes de grandes dimensions. La marche est difficile à régler, car le combus-

tible ne reste pas aussi longtemps à la partie inférieure, comme dans la combustion normale, il est entraîné avec les cendres, sans être atteint par l'oxygène de l'air.

Un grand nombre de charbons ont le grave inconvénient de se prendre en masse. On y remédie en employant une couche de combustible aussi faible que possible et en additionnant de charbons qui ne présentent pas ce défaut.

Dans les cas où ces moyens sont insuffisants pour obtenir une marche de longue durée, et où pourtant cette condition est demandée, on emploiera des gazogènes de réserve, en communication avec un gazomètre de dimensions suffisantes.

b. — Comme seconde condition de sécurité, on exige l'uniformité et le réglage automatique du dégagement gazeux. Dans ce but, il faut :

1° Charger régulièrement le combustible et avoir toujours la même hauteur de charbon, pour répartir le feu à la hauteur convenable. L'appareil de Bildt, qui répartit automatiquement les morceaux de charbon, est avantageux pour les grands appareils; ainsi la main-d'œuvre devient nulle. Dans le cas où le chargement ne se fait pas automatiquement, le cône de chargement est indispensable.

2° Une proportion constante entre l'air et la vapeur, pour éviter les variations brusques de la richesse du gaz en hydrogène. Le meilleur moyen d'y arriver est d'employer, dans le cas des installations sous pression, un injecteur à vapeur. La pression de la vapeur restant constante, ainsi que la pression dans le gazogène, le mélange d'air, et de vapeur a toujours lieu dans les mêmes proportions. On règle la pression intérieure, par exemple, en faisant varier la hauteur de plongée dans l'épurateur, à la main ou automatiquement. Dans les gazogènes à aspiration, on a également cherché à utiliser des injecteurs analogues pour compenser l'insuffisance de vapeur au moment du chargement. En général, ces variations brusques sont rares, le courant des gaz sortants règle l'aspiration de vapeur et constitue un réglage automatique suffisant.

Dans l'état actuel, il manque encore un accessoire au gazogène, quelque chose d'analogue au manomètre de la chaudière, et qui indiquerait la composition du gaz ou tout au moins sa teneur en hydrogène, facteur important pour la marche du gazogène. Un tel appareil serait d'un grand secours dans le cas de grandes installations. Il permettrait de lever l'incertitude, au sujet de l'introduction trop forte ou trop faible de vapeur, et mettrait en évidence : les fuites du gazogène, l'obstruction du vaporisateur ou l'action nuisible des scories. L'obtention d'un gaz constant serait de beaucoup facilitée.

Au sujet de la question du réglage automatique, on peut, dans le cas de grandes installations, prendre comme modèles les usines à gaz d'éclairage, c'est-à-dire combattre l'irrégularité du dégagement gazeux par l'emploi d'un gazomètre. Ici également, dans le cas de marche irrégulière, ou de combustibles peu appropriés, le dispositif le plus sûr est de diviser les gazogènes en groupes et d'intercaler des gazomètres entre eux.

L'indépendance entre les moteurs et les gazogènes est ainsi assurée. Les variations dans la marche de l'une de ces installations n'ont plus d'influence sur l'autre.

c. — Pour la question de l'élimination des poussières du gaz de gazogène, on peut la considérer comme résolue, en principe. Les grosses poussières se déposent facilement en ralentissant la vitesse du courant gazeux. Les fines poussières s'éliminent le plus facilement par lavage à l'eau ou filtration sur des matériaux très divisés.

Pour les petits gazogènes, l'épurateur à coke (skrubber) suffit. La séparation des

poussières est facilitée, si l'on injecte un courant de vapeur dans le gaz encore chaud; on sait que la condensation se fait sur les corps solides, tels les poussières, lesquelles se séparent ensuite plus facilement. Dans le cas de grandes installations, les hauts fourneaux par exemple, les skrubbers prennent des dimensions trop considérables. Au contraire, les laveurs à ventilation prennent très peu de place et ne consomment que 1 à 2 p. 100 de la puissance du moteur (correspondant au gaz purifié).

A la suite de cette épuration par voie humide l'épuration par voie sèche, sur de la sciure de bois, par exemple, permet de retenir les dernières traces d'impuretés et les machines peuvent fonctionner plusieurs mois sans avoir besoin d'être nettoyées.

d. L'élimination des goudrons est au contraire beaucoup plus difficile. Les vapeurs goudroneuses se condensent bien en grande partie, mais les derniers brouillards ne sont arrêtés qu'au moyen d'appareils coûteux, analogues à ceux qu'on emploie pour l'épuration du gaz d'éclairage. Des quantités même très faibles de goudron encrassent rapidement, les conduites et les soupapes, et rendent ainsi la marche dangereuse.

Les moyens simples dont on dispose pour séparer les goudrons sont les suivants :

1° Séparation du goudron :

a. Au moyen d'épurateurs à changements de direction, analogues à celui de Pelouze, ce dernier, qui offre une résistance de 70 à 80 millimètres de hauteur d'eau, ne suffit pas pour une purification complète.

b. En dissolvant les vapeurs de goudron dans des huiles de houille, ce que permet l'extraction des petites quantités de benzine contenues dans le gaz ; ce procédé est trop compliqué pour la plupart des usines.

c. Au moyen d'injection de vapeur et condensation dans un skrubber (Burgemeister) l'action est incomplète.

2° Destruction du goudron par décomposition ou combustion dans le gazomètre même.

Partant de ce principe que le goudron est décomposé en gaz permanents à haute température, on conduit le gaz à travers un second gazogène contenant du coke incandescent, ou bien on emploie le procédé de Jahns (1) ou des gazogènes circulaires : le gaz provenant d'un premier appareil fraîchement chargé, est envoyé à travers un second appareil dont le combustible est déjà transformé en coke. Les procédés de Crossley et de Deschamps reposent également sur ce principe, ainsi que toute une série d'appareils qui dérivent de ces derniers.

Ce procédé n'est malheureusement pas toujours suffisant, en particulier dans le cas de houilles qui distillent difficilement.

La durée du passage des goudrons à travers la couche incandescente est trop courte pour que la décomposition soit complète. C'est là le point faible de tous ces dispositifs, dont plusieurs sont cependant présentés comme solution définitive.

En conséquence, on a cherché à brûler directement le goudron, en dehors de la couche de combustible, de manière à être certain que la décomposition soit complète. La maison J. Pintsch a fait des essais avec de la houille de Silésie, qui démontrent qu'on ne peut éloigner complètement les goudrons, qu'en les brûlant (avec le gaz d'éclairage). L'installation a fonctionné des semaines entières avec un moteur de 150 chevaux sans que l'encrassement soit anormal. Le gaz d'éclairage, y compris les goudrons, est aspiré à la partie inférieure du gazogène et envoyé sous la grille avec de l'air. La combustion est complète à l'état de CO_2 et H_2O . La chaleur de combustion n'est pas

perdue et retourne au gazogène, CO^2 et H^2O cèdent leur oxygène aux couches incandescentes, de sorte que la quantité d'air à fournir au gazogène n'est que très faiblement supérieure à celle nécessaire pour brûler les gaz combustibles.

Le pouvoir calorifique du gaz formé correspond à celui du gaz provenant du coke (sans C H^4), c'est-à-dire environ 1 000 calories avec un rendement de 75 p. 100.

Doit-on enlever complètement les goudrons, ou bien se contenter d'une séparation partielle jointe à une épuration? Cela dépend du combustible employé, de l'état de pureté du gaz demandé et d'autres conditions que l'avenir précisera.

Une dernière voie à suivre pour éviter les goudrons dans les grandes installations serait de recueillir les matières volatiles à la partie supérieure, de façon à obtenir simultanément un gaz pour moteur et un gaz d'éclairage. Ce dernier pourrait être obtenu avec une puissance calorifique de 2 000 à 3 000 calories et serait, par exemple, envoyé dans une usine à gaz afin d'y être épuré.

III

Nous avons ainsi appris à connaître les moyens pour assurer la sécurité de l'installation. Leur emploi dépend d'un grand nombre de circonstances, mais avant tout ils doivent réaliser une troisième condition : être *économique, aux points de vue de l'installation et de l'exploitation*. On peut admettre dans le cas du gazogène un rendement minimum de 75 p. 100, comme pour la chaudière à vapeur. Mais le rendement du moteur à gaz est de 25 à 30 p. 100, tandis que celui du moteur à vapeur est de 10 à 15 p. 100 seulement; il en résulte un gain de 40 à 70 p. 100 en faveur du moteur à gaz, le combustible étant le même. Il faut ajouter que les petits gazogènes ne consomment pas plus que les grands. C'est la cause du développement rapide qu'ont pris les installations ne dépassant pas quelques centaines de chevaux; d'autre part, l'emploi exclusif de l'anthracite et du coke s'est opposé jusqu'ici à leur extension aux grandes installations. Les difficultés provenant des scories et surtout des goudrons se sont opposées au développement de gazogènes brûlant d'autres combustibles. Les gazogènes pour houilles grasses ne répondent pas encore à toutes les exigences énoncées plus haut. Les seuls gazogènes pour houilles maigres, ayant donné de bons résultats pour la force motrice, sont les appareils Mond, dans lesquels la purification des gaz, permet de tirer parti du sulfate d'ammoniaque. Mais cette purification est si coûteuse et l'entretien si compliqué que, seules, des installations de plusieurs milliers de chevaux peuvent l'employer.

Dans les petites installations, il faut complètement renoncer à l'extraction du sulfate d'ammoniaque. En résumé, ce qu'il faut atteindre, c'est :

- 1° Pouvoir gazéifier tous les combustibles en particulier, la houille à longue flamme, la poussière de houille, la tourbe, la sciure de bois, les résidus de pétrole, etc., dans des gazogènes appropriés à chaque combustible, en renonçant provisoirement à l'extraction des produits secondaires;
- 2° Se rendre maître de la gazéification et de la formation des scories, au moyen de grilles bien construites et de températures convenables dans le gazogène;
- 3° Combattre les inconvénients du goudron, soit au moyen de bons épurateurs, soit par la combustion. En un mot, l'installation totale doit être simple, bon marché et présenter une grande sécurité.

MANDRINEURS *Lovekin* (1)

Tout le monde connaît les outils appelés mandrineurs, et qui servent à sertir par pression de roulement les extrémités des tubes dans les tôles de chaudières. M. Love-

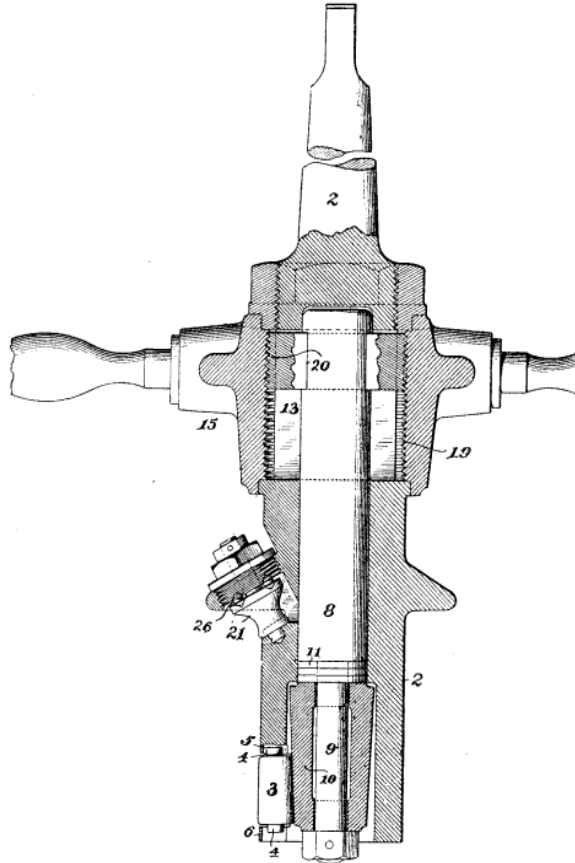


Fig. 1. — Mandrineur *Lovekin*.

kin a récemment étendu l'application de ces appareils au mandrinage de tubes allant jusqu'à 1^m,20 de diamètre, de manière à remplacer par cette opération purement mécanique celle de la brasure et du matage à la main.

Le principe des outils employés à cet effet par M. Lovekin, et qui est le même que

(1) *Brevets américains* 734271, 734272 de 1903, et 766633 de 1904, 784577 et 784578 de 1905. *Cassier's Magazine*, mars 1905 et *Engineering*, 24 mars 1905, p. 377. *Journal of the Franklin Institute*, juin et juillet 1904.

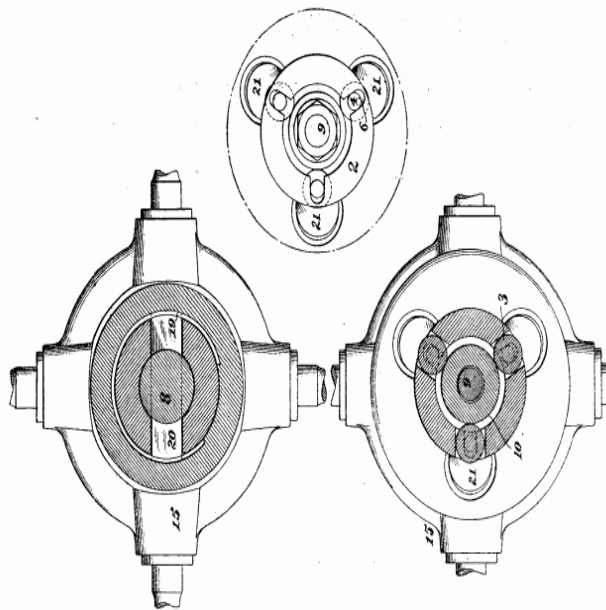


Fig. 2, 3 et 4. — Mandrineur *Lovekin*. Coupes horizontales.

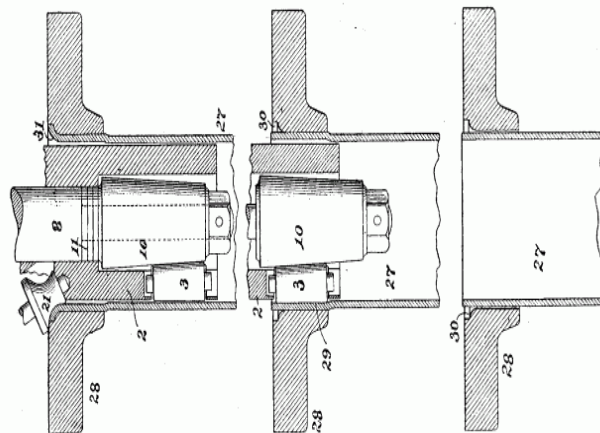


Fig. 5, 6 et 7. — Travail du mandrineur *Lovekin*.

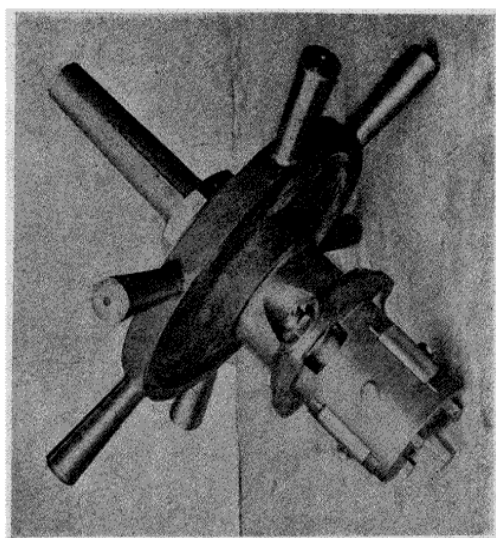


Fig. 8. — Ensemble d'un mandrineur *Lovekin*.

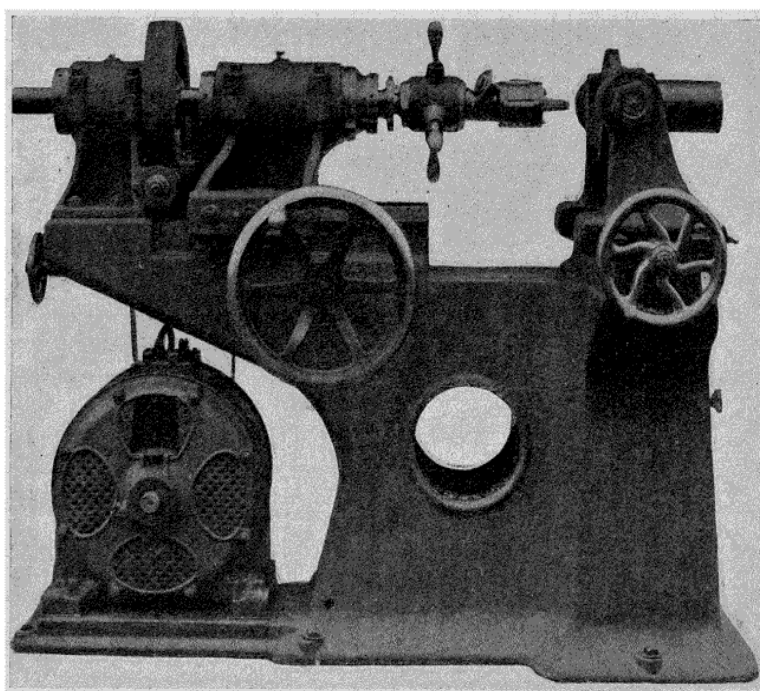


Fig. 9. — Montage du mandrineur *Lovekin* sur un tour.

Tome 107. — Avril 1903.

35

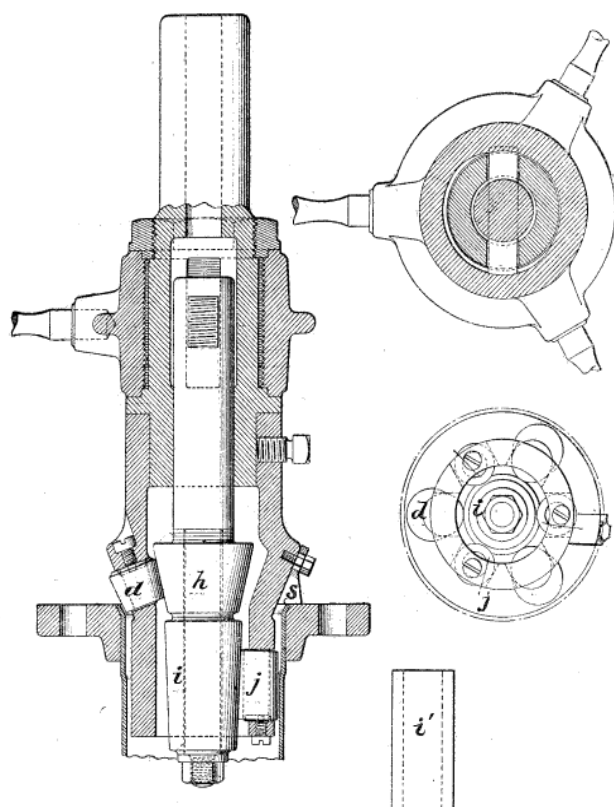


Fig. 10.

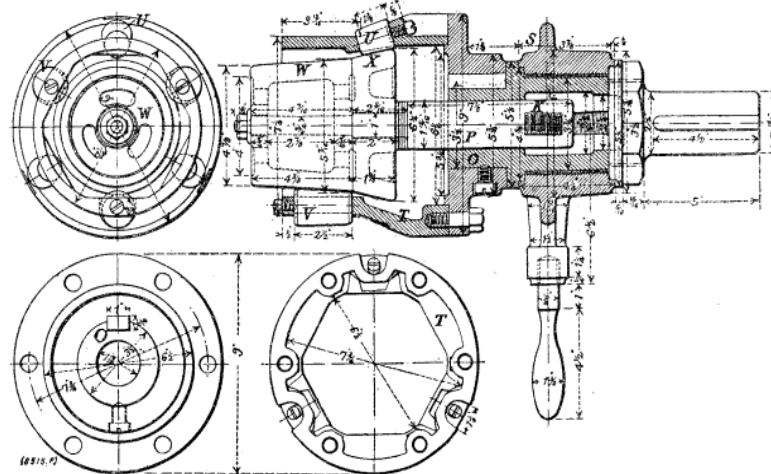


Fig. 11. — Mandraineur Lovekin pour tubes de 100 mm.

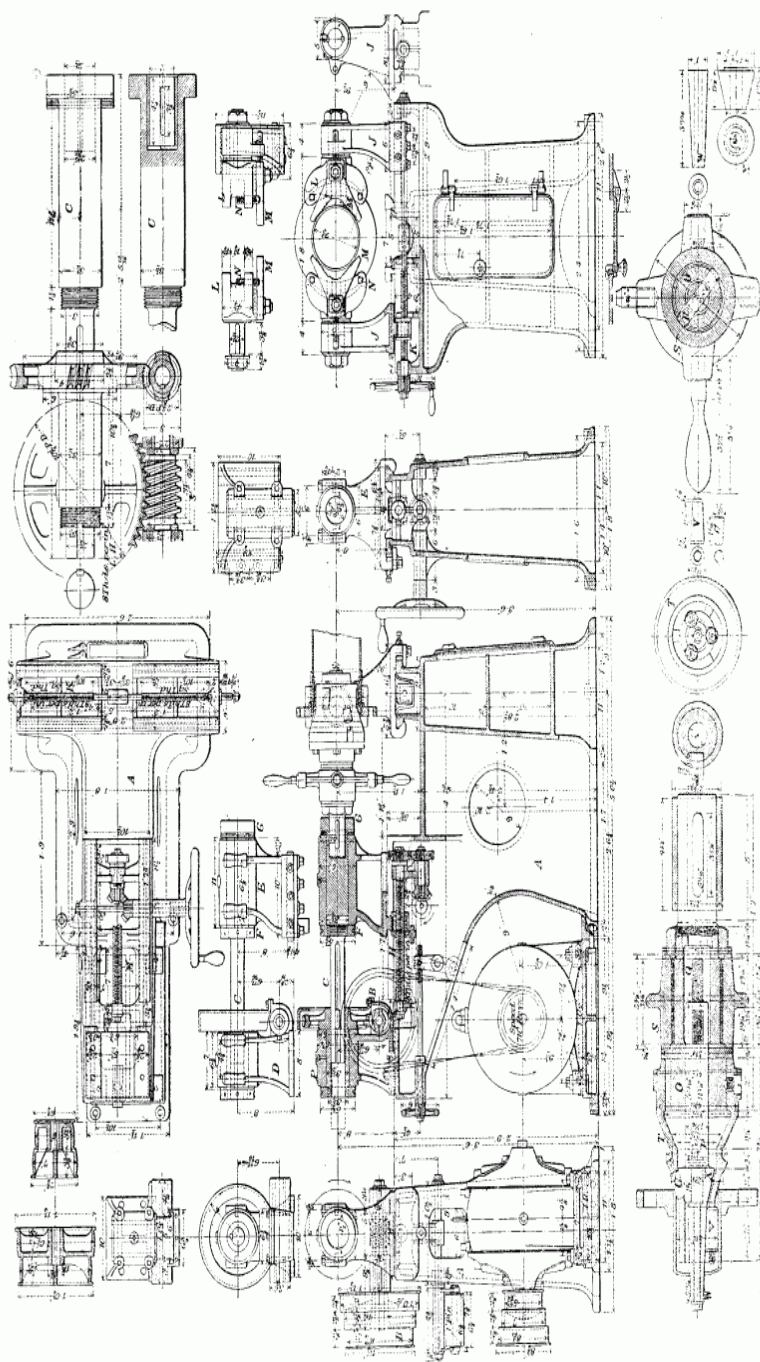


Fig. 12. — Mandrineuse *Locken* pour tubes de 6,5 à 100 mm.

celui des Dudgeon à galets ordinaires, est facile à saisir sur les figures 1 à 8, où l'on reconnaît en 3 les galets de mandrinage et, en 21, ceux du refoulement ou rabattement de la collerette du tube à mandriner. Le corps 2 de l'outil est engagé dans la poupée d'un tour, comme en figure 9 et l'arbre du mandrin porte, guidée en 13 dans 2, une clavette 20, filetée dans le manchon 15-19, de sorte qu'en tournant ces manchons par ses poi-

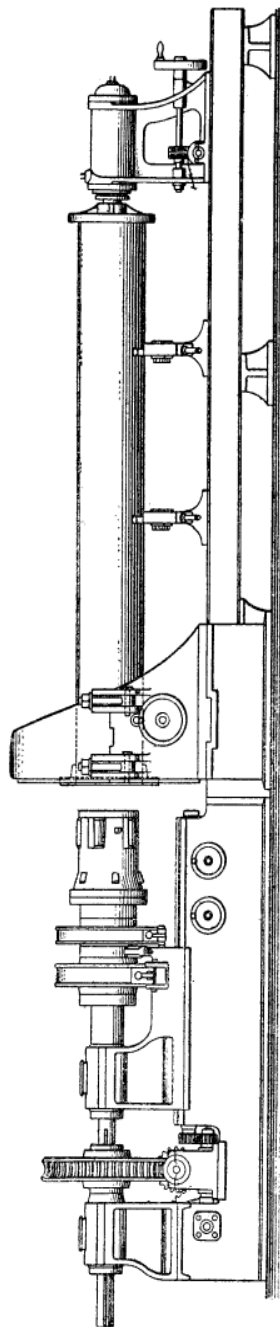


Fig. 13. — Tour avec mandrineur Lovekin pour tubes de 600 mm.

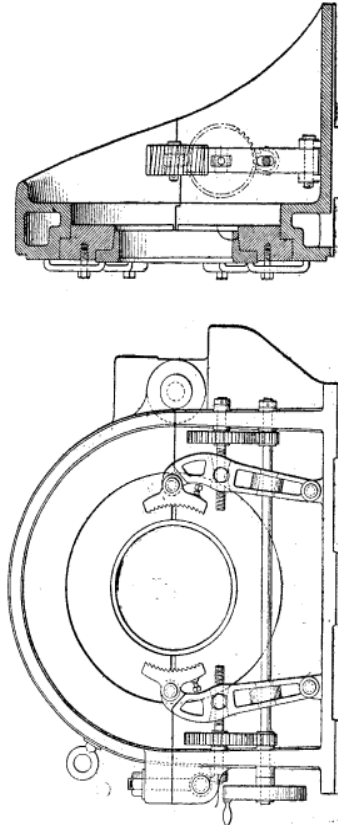


Fig. 14.

gnées, on fait avancer ou reculer le mandrin 8 dans 2. Ce mandrin se termine par le galet conique 10, dont la butée est reçue par les rondelles antifric-tion 11, et qui commande l'écartement des galets 3. Les axes 4 de ces galets sont guidés dans des por-tées radiales 5 et 6, disposées de manière à per-mettre l'insertion des galets 3 par le bas, avant l'insertion du cône 10. Ces galets s'écartent cylindri-

quement parce que leur conicité est l'inverse de celle du cône 10, et il existe, entre

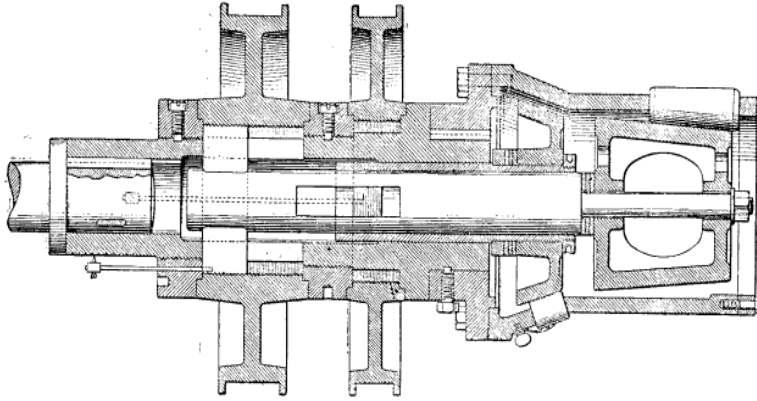


Fig. 15. — Outil Lovekin avec avances mécaniques par poulies indépendantes pour le sertissage et le mandrinage pour tubes de 500 mm.

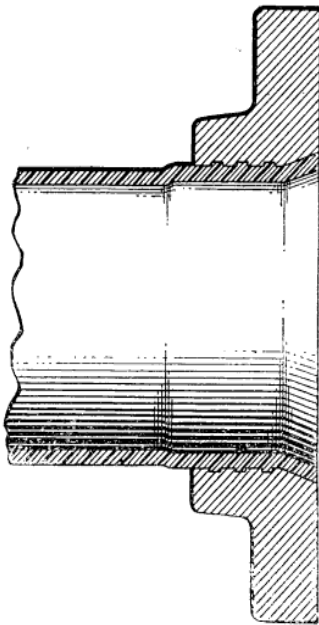


Fig. 16. — Sertissage type de la marine américaine pour tubes de 140 mm., résistant à 31 kil.

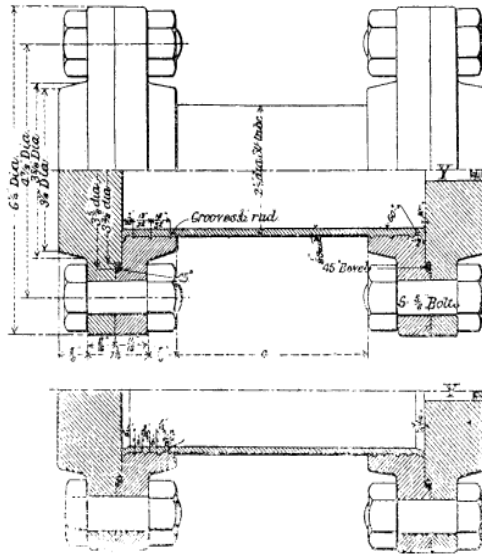


Fig. 17.

10 et son axe 9, un certain jeu permettant l'auto-ajustement du mandrinage dans le cas où l'axe de 8-9 ne coïnciderait pas exactement avec celui du tube. Les galets

rabatteurs 21 roulent sur des billes 26 et sont facilement ajustables et accessibles par leurs portées filetées 24.

La bride 28 étant solidement fixée et centrée par des griffes sur le tour, on y insère, comme en figure 6, le mandrin, entraîné par la rotation du tube, et que l'on avance en agissant à la main sur les poignées du manchon 15; ou, inversement, on peut faire tourner le tube et ne faire qu'avancer le mandrin par 15. Une fois le mandrinage fait, comme en figure 6 on retire le cône 10 de manière à desserrer les galets 3, comme en

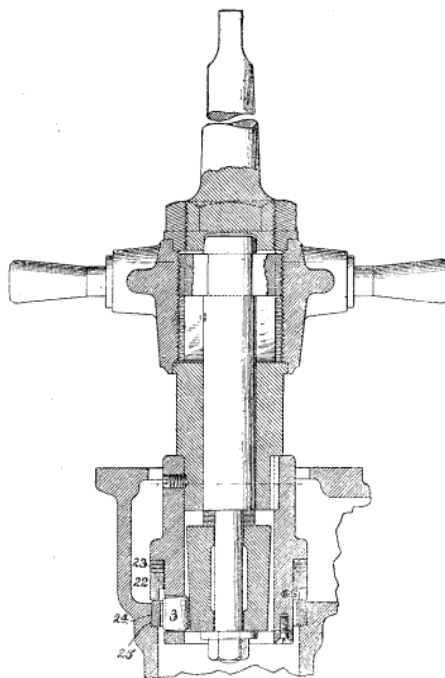


Fig. 18. — Sertisseur Lovekin pour sièges de soupapes.

figure 5, et l'on avance la bride 28 sur les galets sertisseurs 21, qui rabattent en 30 le collet 31 du tube.

Dans le type de la figure 10, le sertissage se fait par des galets *d*, que repousse le second cône *h* du mandrin, et le finissage de l'entrée du tube se fait par un couteau raboteur *s*, qui en affleure le bord sur la bride. Après le mandrinage par les galets *j*, on remplace le cône *i* par le manchon cylindrique *i'*, on avance le cône *h* jusqu'au contact des galets *d* sur le tube, que l'on avance sur ces galets ou sur lequel on continue de les avancer par *l*. Les figures 12 représentent une machine Lovekin, construite par l'*Engineering pipe flanging machinery Co* de Philadelphie et qui permet de mandriner en 10 minutes un tube de 100 millimètres de diamètre. La machine est commandée par une dynamo marchant à 710 tours qui fait, par la transmission à cônes B et pignon hélicoïdal, marcher aux vitesses de 12,5, 16 et 20 tours, l'arbre C.

rainuré dans le pignon hélicoïdal, et qui attaque, en G, par un carrelet, le mandrin Q d'un outil Lovekin. L'axe C et ce mandrin peuvent s'avancer par les collets antifric-tion F et G du chariot L, que commande la vis H. Le chariot de droite JJ serre, par des vis droite et gauche K, sur le tube ses mâchoires dentées M et, sur la bride, les mâchoires lisses LL, dans les gorges desquelles la bride se centre exactement et se serre latéralement par les vis de pression N.

On reconnaît, au bas de la figure, un outil Lovekin du type figure 10 pour tubes de 65 millimètres avec ses jeux de galets V et U, cônes W et X, avanceur à la main S...

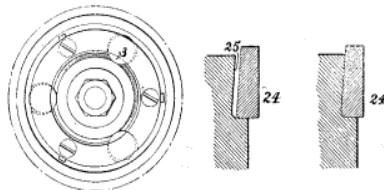


Fig. 19. — Travail du sertisseur fig. 18.

disposé de manière à permettre de changer les têtes T suivant le diamètre des tubes à mandriner.

La figure 11 représente un outil aussi du type figure 10 pour tubes de 100 et dont le fonctionnement s'explique par celui des précédents.

Le grand tour représenté par les figures 13 et 14 permet de mandriner des tubes jusqu'à 660 de diamètre ; l'outil employé est du type figure 15, avec avances mécaniques indépendantes pour le mandrinage et le sertissage.

Les sertissages Lovekin, qui revêtent (fig. 16) les formes les plus variées, résistent à de très hautes pressions. Le joint figure 17, pour tubes de 65 millimètres, a résisté à des pressions d'eau, refoulée en Y, allant jusqu'à 350 kilogrammes par centimètre carré, avec allongement de 0^{mm},4 sur 100 millimètres à 33 kilogrammes, et rupture à 40 kilogrammes après allongement de 8 millimètres. Épaisseur du tube en fer 3 millimètres.

Les outils Lovekin se prêtent d'ailleurs à toutes sortes de sertissage, comme, en fig. 18, à celui d'un siège de soupape 24, appuyé par l'anneau 22, à rondelles antifric-tion 23, pendant que les galets 3 opèrent le mandrinage de 24 dans 23 (fig. 19).

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 24 mars 1905.

Présidence de M. H. LE CHATELIER, président.

M. le Président fait la communication suivante :

Il rappelle qu'un certain nombre de donateurs généreux ont mis à la disposition de la Société d'Encouragement des sommes importantes dans le but d'aider les inventeurs et ouvriers malheureux et méritants. Fidèle à la décision prise récemment par le Conseil : de rendre publiques les décisions essentielles prises en comité secret, le bureau a chargé son Président de vous rendre compte, ce soir, de l'emploi qui a été fait, depuis le commencement de l'année, du revenu des différentes fondations faites dans le but indiqué. Cette publication sera, en même temps, un témoignage de l'estime accordée aux bénéficiaires de ces libéralités.

Fondation BAPST, n° 1. — *Secours aux inventeurs malheureux :*

M^{lle} Silberman, 300 fr. ; — M^{me} Landois, 400 fr. ; — M^{me} Pagès, 300 fr. : — M. Testu de Bauregard, 200 fr.

Fondation BAPST, n° 2. — *Encouragements aux inventeurs :*

M. Gay, 500 fr. ; — M^{me} V^{ve} Restignat, 500 fr. ; — M^{me} Anselin, 300 fr. ; — M. Saint-Gille, 50 fr. ; — M. Lefèvre (brevet), 130 fr. ; — M. Leglay (brevet), 100 fr. ; — M. Journet (brevet), 100 fr. ; — M. Bremont (brevet), 100 fr. ; — M. Liebert (brevet), 100 fr.

Fondation CHRISTOFLE. — *Annuités de brevets :*

M. Cheneau, 130 fr. ; — M. Chantel, 130 fr. ; — M. Legrand, 130 fr. ; — M. Chenot, 130 fr. ; — M. Chantel, 130 fr.

Fondation LEGRAND. — *Ouvriers de la savonnerie :*

. Coulomb, 500 fr. ; — M. Minel, 200 fr.

Fondation CHRISTOFLE et BOUILHET. — *Secours aux artistes malheureux :*

M^{lle} Rédier, 150 fr.

Legs GIFFARD. — *Encouragements à l'industrie* :

M. Machu, 300 fr. ; — M. Champmas (brevet), 130 fr. ; — M. Henriet, 100 fr. ; — M. Fouques (brevet), 130 fr. ; — M. Franche (brevet), 130 fr. ; — M. Didrel (brevet), 130 fr. ; — M. Carrière (brevet), 130 fr. ; — M. Tellier, 600 fr. ; — M. Kreutzberger, 300 fr.

Don de M. EARLE. — *Industrie des ciments* :

M. Monnier, 250 fr.

Le montant des secours ainsi accordés, du 1^{er} janvier 1905 au 1^{er} avril 1905, s'élève donc à la somme de 6 680 francs.

CORRESPONDANCE. — M. Collignon, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. Renaud, 4, rue Rouvière (Toulon), demande un brevet pour une *espagnolette*. (Constructions.)

M. V. Lefebvre remercie la Société de la subvention de 100 francs qui lui a été accordée pour son *brûleur à pétrole*.

M. A. Libert remercie la Société de la subvention de 100 francs qui lui a été accordée pour sa *machine à faire les brosses*.

M. A. Blot attire l'attention de la Société sur un *turbo-moteur* de son invention. (Arts mécaniques.)

M. A. Bapst, 218, rue Saint-Maur, demande un brevet pour un cartonage. (Arts mécaniques.)

M. La Lauze, à Champs (Calvados), demande un brevet pour un appareil de *block system*. (Arts mécaniques.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — M. Collignon présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la fin du *Bulletin* de mars.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — M. G. Richard signale en ces termes les nouveautés suivantes, parues pendant la dernière quinzaine :

MESSIEURS,

L'étude des *lampes à incandescence* se poursuit constamment de la façon la plus active et dans les directions les plus variées. Je vous ai dit, dans notre séance du 27 janvier dernier, quelques mots de la lampe au tantale (1), que vous pourrez voir dans la prochaine exposition de la Société de physique; j'attirerai aujourd'hui votre attention sur la *lampe à osmium*, autre lampe à filament métallique, dont la réalisation est due à M. Auer, l'inventeur des célèbres manchons de becs à gaz. L'osmium est un métal rare, compagnon du platine, et qui reste dans le résidu de la dissolution du platine dans l'eau régale; ce résidu est, pour en extraire l'osmium, allié avec de l'étain, et l'osmium en poudre, qui forme un oxyde toxique et volatil, est isolé par oxydation. Cet oxyde se réduit facilement, mais ne donne pas un métal malléable; pour en

(1) *Bulletin* de février, p. 282.

faire un filament de lampe, il faut constituer une pâte d'osmium et de matières organiques, la passer en des filières de diamant analogues à celles décrites dans notre *Bulletin* de février dernier (p. 267), carboniser ce filament, puis le cuire dans une atmosphère de vapeur d'eau et de gaz réducteurs. On obtient ainsi un filament d'osmium poreux sans carbone, cassant à froid, et qui se ramollit à chaud, de sorte qu'il faut s'assujettir à maintenir toujours dans la même position certaines lampes à filaments d'osmium à spires très rapprochées.

Les premières lampes à filaments d'osmium furent à très basses tensions : 37 volts, puis 44, avec des filaments de 280 millimètres de long sur 0^{mm},09 de diamètre; elles consommaient 1 w,5 par bougie et les lampes de 25 bougies donnaient une bougie par 3 millimètres carrés de surface du filament au lieu des 1^{mm}²,6 des lampes à filaments de carbone à aussi 1 w,5 par bougie. La résistance du filament d'osmium croît très vite avec sa température; elle est plus de 8 fois plus grande à l'incandescence qu'à froid; il en résulte que, si le voltage augmente, par exemple, de 10 p. 100, l'intensité du courant n'augmente que de 6,5 p. 100 et la lumière de 40 p. 100. Avec une augmentation de 12 p. 100 de l'intensité, la lumière augmente de 80 p. 100 et les petites variations du voltage n'affectent que très peu cette lumière.

La durée des lampes à osmium est très longue. La lumière augmente pendant les 200 premières heures, de 100 à 110 p. 100, puis baisse graduellement à 80 p. 100 après 2 000 heures.

Les nouvelles lampes à 110 volts, déjà très employées en Allemagne, conservent encore leur intensité primitive après 800 heures. Elles durent souvent 5 000 heures. Elles noircissent rarement par volatilisation. Sur des lots de ces lampes, construites par la *Deutsche Gasglühlicht A G*, et ayant marché pendant 2 ans, on n'en a guère renvoyé que 10 p. 100. On en fait, pour les mines, des petits types à 2 volts, absolument sûres; et, bien qu'un peu fragiles, elles peuvent se transformer comme les autres lampes et servir à l'éclairage des trains (1).

Pour épuiser, momentanément du moins, la liste des terres et métaux rares actuellement essayés sur les lampes à incandescence, je vous citerai encore les lampes à filaments de *zircon*. D'après une communication récente de M. Wedding, à la Société électro-technique de Cologne, la lampe à filament de zircon dépenserait 2 watts par bougie, aux basses tensions de 37 à 44 volts, pour des lampes de 10 à 20 bougies. On obtient le zircon par la réduction de son oxyde par le magnésium à très haute température, dans une atmosphère d'hydrogène; le produit, ainsi obtenu, est pulvérisé et mélangé à de la cellulose de manière à produire une pâte que l'on étire en filaments carbonisés ensuite dans une atmosphère non oxydante. On pourrait faire, avec un kilogramme de zircon, 100 000 filaments. Prix de revient de la lampe : 1 fr. 90; durée : de 700 à 1 000 heures.

Vous savez que l'expiration des concessions des secteurs électriques de Paris aura lieu en avril 1907 et en décembre 1908, de sorte qu'il y a urgence à se préoccuper de cette question. C'est ce qu'a fait la Ville de Paris en demandant, en juin dernier, sur le régime qui devra succéder à l'anarchie actuelle, l'avis de divers professeurs et constructeurs, mais exclusivement étrangers. Puis, le 6 août dernier, le Préfet de la Seine a institué une commission technique chargée d'étudier cette question, et le premier

(1) *Engineering*, 17 mars, p. 353.

soin de cette Commission fut de consulter même les constructeurs français, et de demander au service d'éclairage de la Ville de lui présenter une étude pouvant servir de base à ses discussions. Cette Commission a récemment, le 11 février dernier, déposé son rapport, rédigé par M. Picou, et il va sans dire que ce rapport, entouré de ses annexes, et notamment de l'étude de M. Lauriol, ingénieur en chef des services de l'éclairage de la Ville, constitue un ensemble de documents des plus intéressants. Vous les trouverez, les uns *in extenso*, les autres très largement analysés, dans le numéro du 15 mars de la *Revue électrique*; je ne puis vous donner ici qu'une partie du résumé introductif placé par M. Blondin en tête de ces documents, en renvoyant aux originaux mêmes ceux d'entre vous qui s'y intéresseraient plus spécialement.

« En ce qui concerne la nature et la tension des courants primaires, tous sont d'accord pour préconiser les courants triphasés à 8 000 ou 12 000 volts. On constate le même accord en ce qui concerne la nature et la puissance des moteurs primaires : turbines à vapeur de 10 000 chevaux environ. Il n'y a divergence que pour le nombre et l'emplacement des usines : M. Lauriol préfère une seule usine, dont l'alimentation en charbon serait assurée par les chemins de fer du Nord et le canal Saint-Denis (lequel fournirait également les pertes d'eau de condensation); les autres projets prévoient au moins deux usines, pour des raisons de sécurité, et les placent sur les bords de la Seine pour avoir l'eau en abondance, bien que cette situation puisse avoir l'inconvénient d'augmenter le prix du transport du charbon, celui-ci venant, pour la majeure partie, des mines du Nord et devant, par suite, subir les frais (1 franc environ par tonne) résultant d'un changement de compagnie pour parvenir sur la rive gauche de la Seine.

« Où la divergence s'accroît, c'est sur le choix du système de distribution. La distribution par courants triphasés avec quatre conducteurs, dont un neutre, et à 110 volts entre ce dernier et l'un des autres, paraît cependant rallier la majorité des avis. C'est, en effet, le plus économique comme installation et comme exploitation, mais le réglage de la tension chez les abonnés est assez délicat et c'est la raison principale qui le fait rejeter par la Commission technique pour l'alimentation de la partie centrale de Paris. On lui reproche encore de ne pas être aussi apte que les systèmes à courant continu à l'éclairage. Mais, bien que nous ne voulions prendre position dans une question qui a été examinée par d'éminents techniciens, il nous semble que ce défaut, fondé aujourd'hui, peut devenir demain une qualité. Les nouvelles lampes à incandescence économiques demandent, en effet, une tension tantôt supérieure, tantôt inférieure aux 110 volts que l'on propose pour la distribution par courant continu : pour les lampes Nernst, il faudrait 200 volts, pour les lampes à filament métallique (osmium, tantale, zircone) 30 à 50 volts conviendraient mieux. Une distribution triphasée à 200 volts entre conducteurs extérieurs permettrait donc d'alimenter directement les premières et les facilités de transformation qu'offrent les courants alternatifs en général permettraient peut-être d'alimenter économiquement les secondes par transformateurs, malgré les pertes dues à la transformation. D'un autre côté, les progrès récents des lampes à arc à flamme et des lampes à courants triphasés peuvent aussi amener l'éclairage par arc alternatif à avoir un aussi bon rendement que l'éclairage par arc continu.

« Quoi qu'il en soit, il paraît admis en principe que la distribution dans la région centrale doit se faire par courant continu, 3 fils, 110 volts sur chaque pont.

« Une autre question, examinée dans plusieurs projets, et qui intéresse le consommateur plus encore que le producteur, est le prix de vente. L'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, escomptant l'utilisation de l'énergie électrique par les gros industriels et les compagnies de traction, considère comme très rémunérateur un prix de vente maximum de 0 fr. 20 le kilowatt-heure.

« La Compagnie de Creil, reprenant les propositions faites par M. Coizeau, prévoit 0 fr. 50 pour l'éclairage et les usages domestiques, 0 fr. 25 pour la force motrice et 0 fr. 35 pour l'éclairage public, avec des rabais dépendant des bénéfices nets du concessionnaire. M. Lauriol propose une tarification dépendant de l'heure à laquelle l'abonné utilise l'énergie : 0 fr. 23 le kilowatt-heure aux heures de faible consommation, 0 fr. 70 aux heures de forte charge. La Commission technique propose un tarif basé sur la durée d'utilisation, et arrive au prix de 0 fr. 532 le kilowatt-heure pour une durée d'utilisation de 400 heures et descendant à 0 fr. 165 pour 1000 heures; ces chiffres devraient d'ailleurs être majorés du bénéfice de l'exploitant et de la quote-part des redevances de la Ville.

« Au sujet de ces tarifs, nous nous bornerons à faire remarquer que les chiffres prévus par M. Lauriol et par la Commission technique (en y ajoutant la majoration signalée) conduisent, pour les gros consommateurs de force motrice, qui arriveront à payer le prix minimum, et pour les petits consommateurs, qui généralement paieront le tarif maximum quel que soit celui des deux modes de tarification adopté, à des prix de vente plus élevés que ceux appliqués à Berlin, où le kilowatt-heure est vendu 0 fr. 20 pour la force motrice et 0 fr. 50 pour l'éclairage. »

Nulle question ne semble plus difficile à traiter que celle de l'acoustique des salles de réunion; les prévisions les plus optimistes sont à chaque instant déjouées et les calculs les plus certains en apparence complètement démentis. Cela tient évidemment à la complexité naturelle du problème, mais aussi à ce qu'il n'a, peut-être, jamais été étudié expérimentalement d'une façon méthodique et véritablement scientifique. C'est cette étude que vient d'entreprendre un savant autrichien, M. Exner, professeur de physiologie à l'Université de Vienne, et ce, au moyen d'un appareil très ingénieux : l'*acoustimètre*.

Ainsi que son nom l'indique, cet appareil a pour objet de mesurer ou de permettre de chiffrer rigoureusement les qualités acoustiques d'une salle; il y parvient en mesurant, en autant de points que l'on veut d'une salle, l'intensité d'un son bien déterminé émis en un point donné de cette salle, et aussi l'intensité et la durée de l'écho provoqué par ce son aux différents points de la salle. Il comprend un appareil producteur des sons, des appareils collecteurs et mesureurs des sons et de leurs échos.

L'appareil producteur des sons consiste en un dispositif de percuteurs permettant de faire détoner successivement, au point de la salle où il est placé, des amorces, dont chacune produit une petite détonation de même intensité. Les récepteurs des sons ne sont autres que des microphones installés aux différents points de la salle dont on étudie l'acoustique, et le mesureur des sons et des échos, en ces points, consiste en un poste téléphonique, que l'on peut relier à l'un quelconque des microphones. Ce poste est dans un cabinet bien isolé de la salle étudiée; il comprend, en outre, un rhéostat, que l'opérateur peut graduer à sa volonté, et qu'il intercale dans les circuits des microphones à son téléphone. Enfin, c'est de ce poste que l'on commande les percuteurs des amorces.

Ceci posé, pour connaître l'intensité de la réception du son émis par l'explosion d'une amorce et reçu en un point A de la salle, on relie le téléphone au microphone installé en ce point A, et on fait partir successivement plusieurs amorces, en intercalant chaque fois, dans le circuit du microphone A, au moyen du rhéostat, des résistances de plus en plus grandes, jusqu'à annuler ainsi la transmission du son du microphone au téléphone, et l'aiguille du rhéostat marque alors, à une échelle convenue, l'intensité du son au point A de la salle.

Pour mesurer l'intensité et le retard de l'écho, en ce même point A, on dispose, au poste téléphonique, d'un commutateur permettant de ne fermer le circuit téléphonique qu'après des temps déterminés à la suite de l'explosion des amorces, dont on n'entend plus alors que les échos; et l'on conçoit que l'on puisse, par l'emploi simultané de ce commutateur et du rhéostat dont nous venons de parler, déterminer, à la fois, l'intensité et le retard de ces échos aux différents points de la salle.

L'acoustimètre de M. Exner permet donc bien l'étude méthodique de l'acoustique des salles; je ne puis que vous en signaler ici le principe, en vous renvoyant au très intéressant mémoire que M. Exner a publié sur sa construction et ses applications dans le numéro du 10 mars dernier du *Journal des ingénieurs et architectes autrichiens*, mémoire qui sera, d'ailleurs, traduit dans un de nos prochains *Bulletins*.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications de :

MM. Visseau sur l'*Attelage automatique* de *M. Blairault*;

Hitier sur l'*Agriculture en 1904*.

M. le Président remercie vivement *MM. Visseau* et *Hitier* de leurs intéressantes communications dont la première est envoyée au Comité de Mécanique, et dont la seconde sera insérée au *Bulletin*.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN AVRIL 1905

Exposition Universelle Internationale de 1900. Rapports du jury international. Classes 109 à 111, Institutions de prévoyance, par LÉON MARIE, 2 figures. *Initiative publique ou privée en vue du bien-être des citoyens*, par ÉMILE WORMS.

Hygiène, par le Dr A. J. MARTIN, 44 figures, 290-300, 615 pages. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **12804**

SAYOUS (ANDRÉ E.). — **Le marin anglais**. 185-120, 163 pages. Paris, Fédération des industriels et commerçants français, 1903. **12 813**

OSWALD (W.). — **Éléments de chimie inorganique**. Seconde partie : Métaux, 250-165, 446 pages, 122 figures. Paris, Gauthier-Villars, 1903. **12 814**

GUILLAUME (JACQUES). — **Notions d'électricité**. Son utilisation dans l'industrie. D'après les cours faits à la Fédération nationale des Chauffeurs. 225-140, 331 pages, 154 figures. Paris, Gauthier-Villars, 1903. **12 815**

ICHES (LUCIEN). **L'Abeille domestique**. Son élevage et ses produits. 185-120, vi-351 pages, 134 figures. Paris, Garnier frères, 1903. **12 816**

CACHEUX (ÉMILE). — **Les habitations à bon marché**. 190-125, 34 pages. Paris, Victor Lecoffre.

Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie, mit besonderer Berücksichtigung der Elektrochemie und Gewerbestatistik, für das Jahr 1904. I Abtheilung Unorganischer Theil. 628 S., 224 Abb. Leipzig, 1905. **Pér. 216**

American Society of mechanical Engineers. Transactions. Vol. XXV, 48 th and 49 th meeting, New-York, 1904. **Pér. 200**

Encyclopédie Universelle des Industries Tinctoriales et des Industries Annexes, publiée sous la direction de M. Jules Garçon. Fascicule rétrospectif n° 33. **Society of chemical industry**, par M. PAUL REGNAULT, ingénieur civil des mines. 255-165, 261 pages, 20 figures. Paris, La Direction, 1903. **Pér. 268**

Annual report of the Bureau of american Ethnology. J. W. POWELL Director. 21 st. 1899-1900 22 d. 1900-1901. Part 1 and Part 2. **Pér. 25**

Compte rendu des séances du 28^e Congrès des ingénieurs en chef des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur tenu à Paris en 1903. **Pér. 131**

The institution of mechanical Engineers. Proceedings n° 3, 1904. **Pér. 114**

WICKERSHEIMER (M. E.). — **Les principes de la mécanique**. 230-140, 130 pages, Paris, V^o Ch. Dunod, 1903. **12 817**

JURTHE (ÉMILE) et MIETZSCHKE (OTTO). — **Le fraisage**. 2^e édition allemande traduite par M. VARINOIS. 250-165, viii-361 pages, 371 figures. Paris. V^o Ch. Dunod, 1903. **12 818**

CHEVALIER (AUG.). — **Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française**. Volume I, fascicule I, 255-165, xvi-152 pages, 8 pl. Paris, 1903. **12 819**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Mars au 15 Avril 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . .	Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . .	Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . .	Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . .	Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . .	Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . .	Revue générale des matières colo- rantes.
<i>AIM.</i> . . .	American Institute of Mining En- gineers.	<i>PC.</i> . . .	Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . .	Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . .	Portefeuille écon. des machines.
<i>AMa.</i> . . .	American Machinist.	<i>RCp.</i> . . .	Revue générale de chimie pure et appliquée.
<i>Ap.</i> . . .	Journal d'Agriculture pratique.	<i>RdM.</i> . . .	Revue de métallurgie.
<i>APC.</i> . . .	Annales des Ponts et Chaussées.	<i>Rgc.</i> . . .	Revue générale des chemins de fer et tramways.
<i>Bam.</i> . . .	Bulletin technologique des anciens élèves des écoles des arts et métiers.	<i>Ré.</i> . . .	Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . .	Bulletin du Congrès international des chemins de fer.	<i>Ri.</i> . . .	Revue industrielle.
<i>CN.</i> . . .	Chemical News (London).	<i>RM.</i> . . .	Revue de mécanique.
<i>Cs.</i> . . .	Journal of the Society of Chemical Industry (London).	<i>Rmc.</i> . . .	Revue maritime et coloniale.
<i>CR.</i> . . .	Comptes rendus de l'Académie des Sciences.	<i>Rso.</i> . . .	Réforme sociale.
<i>Dp.</i> . . .	Dingler's Polytechnisches Journal.	<i>RSL.</i> . . .	Royal Society London (Proceedings).
<i>E.</i> . . .	Engineering.	<i>Rt.</i> . . .	Revue technique.
<i>E'</i> . . .	The Engineer.	<i>Ru.</i> . . .	Revue universelle des mines et de la métallurgie.
<i>Eam.</i> . . .	Engineering and Mining Journal.	<i>SA.</i> . . .	Society of Arts (Journal of the).
<i>EE.</i> . . .	Eclairage électrique.	<i>ScP.</i> . . .	Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Elé.</i> . . .	L'Électricien.	<i>Sie.</i> . . .	Société internationale des Électri- ciens (Bulletin).
<i>Ef.</i> . . .	Économiste français.	<i>SiM.</i> . . .	Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . .	Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . .	Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . .	Journal of the Franklin Institute (Philadelphia).	<i>SNA.</i> . . .	Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
<i>Ge.</i> . . .	Génie civil.	<i>SuE.</i> . . .	Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . .	Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . .	La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . .	Ingénieurs civils de France (Bul- letin).	<i>VDI.</i> . . .	Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . .	Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . .	Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . .	Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . .	Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten- Vereins.
<i>It.</i> . . .	Industrie textile.		
<i>IoB.</i> . . .	Institution of Brewing (Journal).		

AGRICULTURE

- Bétail.** Engraissement avec le grain cuit. *Ap.* 16 Mars, 335.
 — au Concours agricole de 1903. *Ag.* 15 Avril, 571.
 — Transmission de la couleur. *SNA. Fév.*, 7.
Betteraves. Influence des arrosages sur leur développement. *SNA. Jouv.*, 59.
Beurres (Analyses des) *SNA. Fév.*, 147.
 — Concours général agricole de 1903. *Ge.* 15 Avril, 390.
Campagnols (Destruction des). *SNA. Janv.*, 31.
Cheval. Élevage en Camargue. *Ag.* 25 Mars, 459.
 — de selle anglo normand. *Ap.* 6 Avril, 446.
Engrais. Microbes nitrifiants. Découvertes de Winogradsky. *Ap.* 16-23 Mars, 332, 369.
 — Potasse dans les fumures rationnelles. (Blin) (*id.*). 337.
 — et l'azote atmosphérique. *Ef.* 25 Mars, 403.
 — Utilisation de la tannée. *Ap.* 23 Mars, 384.
Forêts anglaises (Maxwell). *SA.* 31 Mars, 529.
Laiterie coopérative belge. *Ap.* 16 Mars, 338.
 — Farines (fraudes sur les) (Lurdet). *SNA. Fév.*, 120.
 — Utilisation des sous-produits de l'industrie laitière (Razous). *Ge.* 25 Mars, 334.
Lupins (Dégénérescence des). *SNA. Fév.*, 173.
Prairies. Fumure des expériences. *Ap.* 30 Mars, 6 Avril, 401, 436.
 — Prairie moderne (La). *Ap.* 13 Avril, 473.
Pin (Lophyre du) (Derauller). *ScM. Déc.* 422.
Pommes à cidre. Concordance du greffon et du sujet. *Ap.* 23 Mars, 382.
Marais (Mise en valeur d'un). *Ap.* 16 Mars, 342.
Machines agricoles au Concours général de Paris. *Ap.* 6-13 Avril, 441, 477.
Orges. Essais à Grignon. *Ag.* 18 Mars, 410.
Oseraies de l'Ourcq. *Ap.* 13 Avril, 468.
Roses. Culture en Brie. *Ap.* 23 Mars, 373.
Semences mauvaises livrées à l'agriculture (Schribaux). *Ap.* 16 Mars, 333.

- Tabac.* Exigences en principes fertilisants (Gérard et Rousseau) *CR.* 13 Mars, 733; *Ap.* 6-13 Avril, 437, 469.
Topinambour (Le). *Ap.* 13 Avril, 471.
Vigne. Traitement de l'Oïdium par les bouillies cuprifères (Marne). *Ge.* 1^{re} Avril, 356.
Vipères (Destruction des). *SNA. Fév.*, 140.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer japonais.** *E.* 17 Mars, 349.
 — De Konacry au Niger. *Rgc. Avril*, 274.
 — Français. Étendue présente et future. *Ef.* 18 Mars, 357.
 — des États-Unis. Statistique 1902. *Rgc. Avril*, 243. Étendue et groupement (*id.*), 284.
 — de l'Uganda. *Ef.* 14 Avril, 363.
 — métropolitains de New-York. *VDI.* 8-15 Avril, 557, 609.
 — — de Paris. *Ac. Avril*, 50.
 — Électriques. *Ef.* 31 Mars, 320.
 — — de Scioto Valley (Ohio). *Bgc. Avril*, 288.
 — — Paris-Juvisy. *Re.* 30 Mars, 161. *EE.* 15 Avril, 52.
 — — Vallée de Stubac. *Tyrol. Ic.* 25 Mars, 133.
 — — Locomotive du New-York Central. *EE.* 15 Avril, 65.
Automotrices à pétrole Damler. *Rt.* 25 Mars, 217.
 — (Emploi des). *Ge.* 18 Mars, 321.
 — A vapeur du Glasgow and South-Western. *Ef.* 24 Mars, 297.
Attelage automatique. Boirault. *Ri.* 25 Mars, 230.
Éclairage électrique des trains. (Valbreuse). *EE.* 18 Mars, 407.
 — Leitner-Lucas. *Ic.* 10 Avril, 150.
Déraillements. *Ef.* 14 Avril, 371.
Frein Westinghouse pour trains de marchandises. *Pm. Mars*, 41 Avril, 50.
Locomotives à l'Exposition de Saint-Louis. *Ef.* 17-31 Mars, 259, 311, 7 Avril, 334; *VDI.* 8 Avril, 347.
 — Express 2. couples des Chemins bavarois. *VDI.* 18 Mars, 421.
 — Vauclain compound équilibré de l'Atchison Topeka *Rr. E.* 31 Mars, 403.

Locomotives. Chaudière à tubes d'eau Robert. *Rgc. Avril*, 237.

— (Fumivortité des). *E. 17 Mars*, 267.

— Surchauffeurs Pielock. *E'. 24 Mars*, 285.

Plaques tournantes de 6^m,50 portées à 9^m,50 de diamètre. *Rgc. Avril*, 241.

Voie. Les éclisses. *ZOL. 14 Avril*, 227.

Wagons auto-déchargeurs de 30 tonnes de la Leeds Forge C^e. *E'. 24 Mars*, 297.

— bascule de 15 tonnes. *VDI. 1^{er} Avril*, 501. *Gc. 15 Avril*, 391.

— de 50 tonnes du Midi et de l'Ouest français. *E. 7 Avril*, 437.

— Capacité des wagons à marchandises (Biard). *IC. Janv.*, 80.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles.

— à pétrole Chenard et Walker. *Va. 18 Mars*, 163.

— — Richard-Brasier de course. *Va. 1^{er} Avril*, 199.

— — Panhard-Levassor (*id.*), 203.

— — Krieger. *E. 7 Avril*, 453.

— — voiturette Sizame et Naudin. *Va. 25 Mars*, 180.

— — (Refroidisseurs d'eau) pour (Bickford). *E. 31 Mars*, 398.

— à vapeur, Camion de 51 tonne Saint-Pancras Ironworks. *E'. 17 Mars*, 266.

— Roues élastiques. *E'. 17 Mars*, 263.

— — Neate. *E. 24 Mars*, 378.

— — Cadigan. *Va. 8 Avril*, 216.

— Bandages Ducasble. *Va. 15 Avril*, 228.

— Plats-formes roulantes de la 34^e rue. New-York. *Ac. Mars*, 40.

Tramways.

— Électriques (Moteurs à courant alternatif simple pour les.) *Elé 23 Mars*, 177.

— — à Londres. *E'. 7 Avril*, 344.

— — par courants alternatifs et continus (Nielhammer). *EE. 8 Avril*, 35.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acétylène. Épuration. (Robine). *Rep. 16 Avril*, 150.

Acide cyanhydrique. Études cryoscopiques (Lespeau). *CR. 27 Mars*, 855.

Alcool. Le brandy. *IOB. Fév.*, 125.

Tome 107. — Avril 1903.

Aldéhyde formique. Présence dans l'atmosphère des villes (Trillat). *ScP. 5 Avril*, 393.

Arsenic dans l'eau oxygénée (Grunbert). *Pc. 16 Avril*, 385.

Brasserie. Bière carbonatée (Berry). *IOB. Fév.*, 153.

— Divers. *Cs. 31 Mars*, 285.

— (Chimie de la) en 1904 (Mohr). *ZaC. 7 Avril*, 569.

Briques silico-calcaires. *Ri. 15 Avril*, 148.

Chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium (Guntz et de Forcrand Basset). *CR. 27 Mars*, 863; 10 Avril, 990.

Chaux et ciments. Perméabilité du béton sous une pression d'eau. *Le Ciment. Mars*, 43.

— Influence des sulfates sur la prise du ciment. (Perin). *Gc. 15 Avril*, 390.

— Prise du portland. *E. 7 Avril*, 450.

Colles (Fabrication des) (Kruger). *Société d'Encouragement de Berlin, Mars*, 131.

Corps gras. Chimie en 1904 (Fahrcon). *ZaC. 17 Mars*, 402.

— Détermination de la glycérine dans les corps gras (Santo). *Ms. Avril*, 310.

— Recherche de la graisse de coco dans la graisse de porc. *Ms. Avril*, 308.

— Dédoublément fermentif (Hoyer). *Ms. Avril*, 301.

Cristallisation (Influence de la température de l'eau sur la) (Jones et Bassett), 24 Mars, 133.

Cryoscopie. Importance des mesures exactes aux basses températures (Onnes). *CN. 24-31 Mars*, 137, 149; 7-14 Avril, 157, 174.

Dissociation des carbonates de plomb et d'argent. Application du principe de Walt (Colson). *CR. 26 Mars*, 865.

Essences et parfums. *Cs. 31 Mars*, 288.

Eaux. Stérilisation par l'ozone (de la Coux). *RCp. 2 Avril*, 135. Purification biologique (Rella), *ZaC. 31 Mars*, 195.

— Doucissage par chauffage sous pression (Knight), *CN. 31 Mars*, 148.

Emanium (I') (Giesel). *CN. 31 Mars*, 145.

Europium, son spectre ultra violet (Crookes). *RSL. 10 Avril*, 530.

Gaz. Onde explosive (Jonquet). *CR. 13 Mars*, 711.

- Gaz d'éclairage.** Machines à charger les cornues d'Oerlikon. *Ge.* 25 Mars, 332.
- Dosage et séparation des combinaisons cyanogénées (Piel). *Ms.* Avril 281.
- Glucynium ou beryllium.** *CN.* 17 Mars, 123.
- Hydrogène.** Valence de son atome (de Forcrand). *CR.* 20 Mars, 764.
- Hydrogénation et doublement moléculaire** par métaux divisés (Sabatier et Senderem). *ACP.* Avril, 433.
- Hygiène.** Ateliers d'équarrissage. (Installation des). *Ac.* Mars, 45.
- Hydrosulfites alcalins,** préparation (Dubosc). *MC.* 1 Avril, 99. (Billy). *CR.* 3 Avril, 936.
- Laboratoire.** Arsenic, recherche par l'appareil de Marsh (Lockmann). *Rac.* 17 Mars, 89.
- Analyse minérale. Son évolution. *Revue Scientifique,* 25 Mars, 353.
- — des denrées alimentaires. Méthodes officielles aux États-Unis *RCP.* Mars, 307.
- — des minerais de fer et des scories (Namias). *MS.* Avril, 279.
- — des graisses par le réfractomètre. (Farnstemer). *MS.* Avril, 307.
- Dosage du manganèse par la méthode du persulfate (Sudert). *CN.* 24 Mars, 136.
- — de l'arsenic dans les combustibles (Mac Gowan et Floris). *Cr.* 31 Mars, 265.
- — de l'acide sulfurique combiné (Lunge). *RaC.* 21 Mars, 449.
- — volumétrique du fer, nouveau procédé (Marre).
- Ammoniaque, nouveau procédé de recherche. (Trillat et Truchet). *ScP.* 20 Mars, 304-308.
- Divers. *Cs.* 31 Mars, 291.
- Essais de combustibles à l'Exposition de Saint-Louis (Parker). *PM.* Avril, 19.
- Laboratoire de métallurgie (Notes pour un (Howe). *Ru. Fév.,* 133, Mars, 262.
- — d'usines appareils économisant le travail (Keller). *AIM.* Mars, 435.
- Optique.** Spectroscopie interférentielle nouveau dispositif d'emploi (Fabry). *CN.* 27 Mars, 848.
- Optique.** Variations des spectres du carbone avec la pression et nouveaux spectres des bandes du carbone (Deslandres et d'Arumba). *CR.* 3 Avril, 917.
- Interférences avec le biprisme (Mac Clellan). *American journal of Science.* Avril, 294.
- Erreur de collimation dans l'œil humain (Hastings). (*Id.*), 310.
- Oxydation** des métaux à froid en présence de l'ammoniaque (Matignon et Desplantes). *CR.* 27 Mars, 853.
- Osmium.** Nouveau composé iodé (Alvarez). *CN.* 14 Avril, 172.
- Photographie.** Théorie du développement (Sheppard et Mees). *RSL.* 16 Mars, 447.
- Parfums** (Chimie des) en 1904. (Jeancard et Jatu). *RCp.* 19 Mars, 118.
- Phases.** Déplacements gazeux et loi des phases. (Colson). *RCp.* 19 Mars, 109.
- Poids atomique** de l'hydrogène et de l'azote. (Leduc). *CR.* 13 Mars, 717.
- Radio-activité** (la) (Bradbury). *Fi.* Mars, 225; du thorium (Zerban). *CN.* 17 Mars, 121.
- Radio-tellurium. (Markwald). *CN.* 17 Mars, 121.
- Minéraux radio-actifs (Dubois). *RCp.* 2 Avril, 231.
- Combustion de l'oxygène et de l'hydrogène sous l'action du radium. *Cs.* 31 Mars, 266.
- Rayons Rontgen** polarisés (Barkla). *RSL.* 16 Mars, 474.
- Résines et vernis.** *C.* 31 Mars, 283.
- Scandium.** (Spectre de l'arc du) (Lockyer et Baxandall). *RSL.* 10 Avril, 548.
- Silice fondu.** Vases de (Berthelot). *CR.* 27 Mars, 821.
- Teinture.** Dégradation des encres et pigments (Lovebond). *Cs.* 31 Mars, 262.
- Dommages occasionnés par les savons magnésiens dans le blanchiment. (Trotman). *Cs.* 31 Mars, 267.
- Divers. *Cs.* 31 Mars, 271, 272.
- Thermométrie.** Échelle de températures du platine et échelle normale de 444° à — 190° (Travers et Gwyer). *RSL.* 10 Avril, 528.
- Thorium.** Caractère élémentaire (Meyer et Gumpertz). *CN.* 14 Avril, 170.

- Tube chaud et froid.* Emploi en chimie (Berthelot). *CR.* 3 Avril, 905.
Verres. Coloration par les radiations solaires et autres (Crookes). *RSL.* 10 Avril, 524.
Vins et eaux-de-vie (Bouquet des Rocques). *RCp.* 15 Avril, 141.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

- Australie.* Conditions du travail en (Clark). *Bureau of Labor. Janc.*, 9.
Allemagne. Commerce extérieur en 1904. *SL.* Mars, 311.
 — Grandes compagnies de navigation. (*Id.*) 15 Avril, 515.
Agriculture. Monographie de la commune de Vence (Alpes-Maritimes). *RSo.* 16 Mars; 457, 15 Avril, 625.
 — Dix ans de lutte pour l'économie rurale en Allemagne (Vilmorin). *SNA.* Fév., 89.
Assurances. Régime légal. *Ef.* 15 Avril, 518.
Angleterre. Manufactures de la plus grande Bretagne. Canada (Just). *SA.* 17 Mars, 442.
 — Lois des brevets de 1905. *E.* 31 Mars.
 — Question fiscale actuelle (Kennedy). *SA.* 24 Mars, 482.
Brésil. L'Amazonie. *Ef.* 18 Mars, 359.
 — État de Matto Grosso. (Milne). *SA.* 14 Avril, 573; 316. *E.* 7 Avril, 446.
Bière en Allemagne. *SL.* Mars, 307.
Caisse de retraite pour employés de commerce. *SiM. Déc.*, 379.
Corps de métiers en Autriche depuis 1833. (Brants). *Rso.* 16 Mars, 481.
Canada. Travail au (Métin). *Musée social.* Mars.
Contrat de travail et la jurisprudence. *Ef.* 1^{er} Avril, 436.
Espagne. Commerce extérieur en 1904. *SL.* Mars, 323.
France. Relations maritimes avec ses colonies nord-africaines. *Ef.* 25 Mars, 397; 1^{er} Avril, 433.
 — Situation des finances. *Ef.* 8-15 Avril, 473, 314.
Inde. Manipur et ses tribus (Hodson). *SA.* 7 Avril, 545.
Métaux précieux. Production dans le monde en 1904. *Ef.* 25 Mars, 401.
Monnaies. Réformes monétaires. Philippines,

- Colombie, Mexique. *Ef.* 18 Mars 359.
Palais de la femme et les Œuvres sociales. *Rso.* 16 Avril, 591.
Paris. Les Halles centrales en 1904. *Ef.* 15 Avril, 524.
Pérou (Développement du). *Ef.* Avril, 438.
Russie. Commerce extérieur de 1892 à 1902. *SL.* Mars, 331.
Secours mutuels. Sociétés de — et retraites ouvrières. *Ef.* 25 Mars, 399.
Soie (la) en 1903. *It.* 15 Mars, 105.
Sucre. Production et consommation en Allemagne de 1894 à 1904. *SL.* Mars, 309.
Trust de l'acier aux États-Unis. *Ef.* 8 Avril, 477.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Building* du New-York Times. *Dp.* 15 Avril, 225.
Barrages en maçonnerie. Stabilité. *E.* 31 Mars, 414; *E.* 31 Mars, 319.
Béton armé. Chapelle de l'Académie navale des États-Unis. *Gc.* 1^{er} Avril, 359.
 — Batardeaux en — pour écluses, etc. *Rt.* 25 Mars, 227.
Écluse du port de Zeebrugge. *Ac.* Mars, 34.
Chauffage par vapeur à basse pression (Derry). *Bam.* Mars, 243.
Élévateur à grains. Calcul des parois des silos. *Gc.* 8 Avril, 377.
Excavateurs modernes au canal du Panama. *EM.* Avril, 10.
Incendies. Services continentaux. *E.* 24 Mars, 369.
Ponts. (Anatomie des) (Thorpe). *E.* 14 Avril, 467.
 — Sur le Rhin entre Rurhort et Homberg. *VDI.* 18 Mars, 433.
 — Sur l'Oder à Neusalz. *VDI.* 15 Avril, 597.
 — du Zambèze. *E.* 7 Avril, 339.
 — En arc à 3 rotules (Legrand). *Ru. Févr.*, 113.
 — de la rivière Exe. *E.* 31 Mars, 409.
 — transbordeur de Runcorn. *E.* 7 Mars, 451.
 — suspendus de Joux-Niévron sur le Rhône. *Gc.* 15 Mars, 313.

Ponts sur le Rhin Ruhrort-Homberg. *VDI*.
1^{er} Avril, 502.

Poutres pleines (les). *E'*. 17 Mars, 262.

Routes. Abatage de la poussière. (Forestier.)
IC. Déc., 710.

Tunnels alpins proposés. *E'*. 17 Mars, 273.

— traversée du Métropolitain sous la
Seine. *Le Ciment*. Mars, 35.

— du Simplon. *E'*. 7 Avril, 335.

Voûtes en arc de cercle. Elasticité et équi-
libre (Belzecke). *CR*. 10 Avril, 1016.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. Divers. *EE*. 1^{er} Avril, 501.

— Légers de traction. *EE*. 15 Avril, 49.

— New Solid. *Elé*. 1^{er} Avril, 193.

— Dabourion. *American Journal of Science*.
Avril, 315.

Commutatrices et permutatrices (Rougé). *Re*.
15 Avril, 196.

Disjoncteur automatique à minima Choulet.
EE. 24 Mars, 437.

Distribution. Échauffement des câbles. (Tei-
chmuller). *EE*. 18 Mars, 422.

— des câbles souterrains (Apt. et Mauri-
tius). *Elé*. 15 Avril, 60.

— Réseaux alternatifs à hautes tensions.
(Brylinski). *Sté*. Mars, 149.

— Régulation des transmissions à hautes
tensions (Baum). *Re*. 15 Avril, 203.

— Application des moteurs asynchrones
au réglage du facteur de puissance et
de la tension en ligne (Lamme). *Re*.
30 Mars, 173.

— Production des hautes tensions con-
tinues. *Ie*. 10 Avril, 149.

Distances explosives dans les corps liquides,
solides et gazeux. Relation entre la
tension et la distance explosive.
(Voegel). *EE*. 25 Mars, 463.

Dynamos. Chute de tension dans les alterna-
teurs (Druchbert). *EE*. 18-25 Mars. 1^{er}
Avril, 401, 441.

— A l'exposition de Saint-Louis. *VDI*.
18 Mars, 424.

— Pertes dans le fer par l'aimentation. *Ie*.
10 Avril, 156.

— Continue Phaulx. *E*. 24 Mars, 376.

— Stabilité des génératrices dans les dis-
tributions à tension constante (Guery)
Re. 15 Avril, 193.

Dynamos. Self-induction des alternateurs.

Détermination de la (Blondel). *Re*. 15
Avril, 200.

— Moteurs à courant alternatif (Steinmetz).
Re. 30 Mars, 179.

— — à courant continu. Démarrage et
freinage. *Ie*. 25 Mars, 125.

— Rhéostat de démarrage Trudelle. *Elé*.
15 Avril, 233.

Éclairage. Progrès dans sa technique. (Wed-
ding). *EE*. 18 Mars, 428.

Incandescence. Lampe au tantale. *Elé*. 18 Mars,
161.

— — a osmium. *EE*. 8 Avril; 30, *Ie*.
10 Avril, 155.

— Lampe Beau. *Elé*. 1^{er} Avril, 201.

Électro-chimie. Four électrique. Origines.
Transformations. Applications (Mi-
net). *Ms*. Avril, 241-277.

— Four Steinmetz. *Elé*. 8 Avril, 217.

— Divers. *Gs*. 31 Mars, 279.

Électricité pratique. Questions non résolues
(Crompton). *E*. 13 Avril, 489.

Interrupteurs pour bobines d'induction. *N*. 6
Avril, 346.

Isolateurs pour tensions. *E*. 17 Mars, 335.

— Isolants (pour). *EE*. 15 Avril, 76.

— Calcul (des). (Ryan). *Re*. 15 Avril, 206.

— Expériences sur les isolants. *E*. 24 Mars,
384.

Laboratoires pour essais électriques commer-
ciaux. *Re*. 15 Avril, 215.

Mesures. Ampèremètre pour hautes ten-
sions. (Inodk). *Fi*. Mars, 191.

— Application de la méthode des deux
wattmètres à des courants triphasés.
EE. 15 Avril, 42.

— Électromètre à sextants et à aiguille
neutres. (Guénehaut). *CR*. 27 Mars,
851.

— Mesures de self induction et de capa-
cités de faible volume. (Fleming).
Re. 15 Avril, 217.

— Pont et potentiomètre Welh. *Re*. 30
Mars, 186.

— Galvanomètre Sullivan. *Elé*. 8 Avril,
209.

— Redresseurs électrolytiques. Emploi
des. *Elé*. 25 Mars, 129.

Piles diverses. *EE*. 1^{er} Avril, 500.

— thermo-électriques Wigtman Lyons et
Broadwell. (*id.*). 510.

Stations centrales de Saint-Ouen. *VDL*. 1-8
Avril, 511, 571.

— de Gerschofen. *E'*. 14 Avril, 366.

Surtensions dans les conducteurs et appareils.
(Seibe). *Re*. 30 Mars, 175.

Tarification du courant. (Bronislawski). *EE*. 8 5.

Télégraphie sans fil. Transmission par
ondes électriques (Nussbaumer). *EE*.
18 Mars, 428.

— — Expériences des (Majorna). *EE*.
15 Avril, 65.

— — Détecteurs d'ondes électrolytiques.
(Valbreuze). *EE*. 24 Mars, 446; 15 Avril,
la 41.

— — dans l'armée allemande. *Gm. Mars*,
241.

— — Nevil. Maskelyne. *Re*. 30 Mars, 184.
EE. 8 Avril, 9.

— Emplois des arbres comme antennes.
Stone. *Re*. 15 Avril, 213.

— Télégraphe Stelfes. *Elé*. 18-24 Mars, 167,
183.

— Manipulateur magnéto-électrique Fal-
cone. *Re*. 30 Mars, 183.

— sous-marine. Capacité des longs câbles.
Re. 15 Avril, 210.

Téléphonie. Établissement des lignes. *Fi*.
Mars, 161.

— La téléphonie. *E*. 24 Mars, 385.

— Le monophone. *Elé*. 8 Avril, 215.

Transport de force d'Entraignes à Toulon. *EE*.
8 Avril, 22.

— Limite maxima économique. *Elé*. 15
Avril, 233.

Transformateurs (les). (Brilinsky). *EE*. 15
Avril, 72.

HYDRAULIQUE

Compteur d'eau Mesnager. *La Nature*. 1^{er} Avril,
279.

Pompes Frank Pearn. *E'*. 17 Mars, 274.

— Clapets Guthermuth. *E*. 24 Mars, 391.

— Emulseurs. *Dp*. 18 Mars, 161.

— Starrett. *Ri*. 8 Avril, 135.

Roues Pelton (Réglage des) (Church). *E*. 17
Mars, 363.

Siphon sur la rivière Bresle. *E'*. 15 Avril, 368.

Sources. Appauvrissement dans les régions de
plaines (Houillier). *SNA. Féc.*, 129.

Turbines de la Cordite Factory (Inde). *E'*.
31 Mars, 314.

— Régulateur Bouvier. *Ri*. 18 Mars, 102.

MARINE, NAVIGATION

Bateau d'exploration antarctique « Discovery ».
E. 14 Avril, 469.

Canal de Panama. *E*. 24 Mars, 281.

— Canal des Deux-Mers. *Rt*. 25 Mars, 221.

Arbre d'hélice. Réparation. *E'*. 14 Avril, 375.

Hélices (Les). *E'*. 14 Avril, 377.

Horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriat. *E*.
17 Mars, 361.

Machines marines du croiseur Carnarvon.
E. 17 Mars, 341.

— Turbines pour grands paquebots. *E*.
31 Mars, 421.

— à gaz Capitaine. *Revue Scientifique*. 1^{er}
Avril, 394.

— au pétrole. *E'*. 24 Mars, 293; 120 ch.
Richard Brazier. *Va*. 1^{er} Avril,
199.

Marines de guerre italienne. Programme
de 1903. *E'*. 14 Avril, 365.

— japonaise. Cuirassé Kashima. *E'*. 24 Mars,
288.

— anglaise. Croiseur Carnarvon. *E*. 7 Avril,
441.

— Contre-torpilleurs (Développement des).
E'. 17 Mars, 273.

Navigation intérieure en Égypte (Brown). *E'*.
31 Mars, 307; 7 Avril, 332.

Paquebots. *La Provence*. Lancement. *Gc*. 25
Mars, 329.

Ports de Liverpool. Améliorations. *Gc*. 1^{er}
Avril, 353.

— de Bruges (Coizeau). *IC. Déc.*, 737.

— de Rosario (Hersent). *IC. Janv.*, 47.

Portes étanches manœuvrées par l'électricité.
E'. 31 Mars, 323.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Accumulation et récupération de l'énergie dans
l'industrie (Kammerer). *ScM. Déc.*,
410.

Air comprimé. Compresseurs Koester. *Ri*.
15 Avril, 441.

— — à grande vitesse. Expériences. *Gc*.
18 Mars, 323.

Aéroplane (Dynamique de l') (Vallier). *RM*.
Mars, 237.

Aviation (L'). *Va*. 15 Avril, 232.

— Stabilité des ballons dirigeables (Torres).
CR. 10 Avril, 1019.

Broyeurs (Les) (Blanc). *RM. Mars*, 205.

Changement de vitesse Rosenquist. *AMa.* 1^{er} Avril, 371.

Chaudières. Influence de l'altitude sur leur fonctionnement. *Eam.* 30 Mars, 601.

— Accidents aux (Revue des) (Walckenaer). *AM. Déc.*, 559.

— Épurateur Patterson. *E'*. 24 Mars, 301.

— Instantanée Castelnau. *Pm. Mars*, 37.

— Surchauffeur Tinkers. *Ri.* 18 Mars, 104.

— — Heinzmann. *VDI.* 23 Mars; 8 Avril, 565.

— — Avantages de la surchauffe (Neilson). *EM. Avril*, 81.

— Purgeur automatique de la compagnie des Industrial Improvements. *Ri.* 25 Mars, 113.

Dragues de la Mersey. *E.* 14 Avril, 465.

Embrayages à friction Benn. *Ri.* 1^{er} Avril, 123.

— Krupp, Hérisson, Sperry, Hele Shaw, Eastwood, Holden, Caldwell. *RM. Mars.* 269, 275.

— magnétique. *AMa.* 15 Avril, 434.

Fluides (Mécanique des) (Finzi et Soldati). *E.* 17-31 Mars, 335, 397; 14 Avril, 461.

Forces d'inertie. Calcul graphique (Wittenbauer). *VDI.* 25 Mars, 471.

Froid. Machines frigorifiques Dubern, Ketton, Diedrich et Cramer, Windhausen, Goosmann, Lightfoot, Herrick, Baker. *RM. Mars*, 277, 284.

Graisisseurs Axiom, Octopus, Chapman et Knowles. *RM. Mars*, 287.

Horlogerie. Remontoir électrique Heller. *Elé.* 18 Mars, 165.

— Dispositif auto-amortisseur du pendule (Crémieu). *CR.* 10 Avril, 1029.

Indicateur continu Dobbie et Mac Ennes. *E'*. 7 Avril, 349.

Joints universels. Rouhey et Legrand, Hoffmann, Newman. *RM. Mars*, 290.

Levage. Bascule pour wagons. *VDI.* 18 Mars, 436.

— Grues pour chantiers de navires. *EM. Avril*, 59.

— — Calcul graphique. *AMa.* 8 Avril, 396.

— Treuil en tôle Galland. *Ri.* 18 Mars, 108.

— Pont roulant électrique Thomson-Houston. *Ri.* 8 Avril, 133.

Machine à écrire Coffmann. *Bam. Mars*, 316.

Machines-outils. Arsenal de Rock-Island.

AMa. 18-25 Mars, 286, 311; 8-15 Avril, 375, 410.

— Ateliers. Établissement des prix. *EM. Avril*, 40.

— de la Ridgway Machine Tool Co. *AMa.* 15 Avril, 416.

— Commande par moteurs à induction. *AMa.* 1^{er} Avril, 352.

— (Construction des) (Nicholson). *E'*. 7-14 Avril, 331, 357.

— Affûteuse de forets Schmaltz. *Pm. Mars*, 34.

— Alésage et rainage d'un volant sur le tour. *AMa.* 25 Mars, 324.

— Cames de machines-outils (Tracés des) (Smith). *AMa.* 1-8-15 Avril, 343, 380, 407.

— Calibre pour vis. *AMa.* 1^{er} Avril, 347.

— Chaînes. Machines à Smith. *AMa.* 1-8 Avril, 343, 380, 407.

— Étau limeur de la Queen City Machine Co. *AMa.* 15 Avril, 424.

— Fraiseuse verticale Brown et Sharpe. *AMa.* 18 Mars, 298.

— Perceuse-fileteuse Langbein. *Ri.* 25 Mars, 113.

— — pour brides de tuyaux Addy. *E.* 24 Mars, 379.

— — Radiale Dreser. *Ri.* 15 Avril, 143.

— — Roos et Mill. *AMa.* 25 Mars, 339.

— Presse pour armatures. *AMa.* 2 Mars, 320.

— — Découpeuse Bliss. *AMa.* 2 Mars, 335.

— Raboteuse Sellers à vitesse variable. *AMa.* 18 Mars, 281.

— Soudure électrique de l'Electric Welding Co. *E.* 17 Mars, 345.

— Tour revolver Hartness. *E.* 31 Mars, 405.

— — Bardons et Oliver pour barres de 150 millimètres. *E.* 17 Mars, 356.

— — pour essieux Bridgeport. *AMa.* 15 Avril, 431.

— — à commande électrique Luniden. *E'*. 17 Mars, 272.

— — vertical Richard's. *Ri.* 18 Mars, 101.

— — Bullard. *AMa.* 18 Mars, 302.

— — Ridgway. *AMa.* 25 Mars, 322.

— — Bausch. (*id.*), 340.

— Tubes. Mortaiseuses Lovekin. *E.* 24 Mars, (Laminoirs à). *VDI.* 25 Mars, 466.

— — 375.

Moteurs à vapeur. Essais des Mechanical Engineers (Capper). *E.* 24-31 Mars, 393, 423, 7 Avril, 453.

- Analyse des diagrammes. (Schule). *Dp.* 18-25 Mars, 163, 177, 1^{er} Avril, 196.
- Compound tandem Ruston-Proctor. *Ri.* 1^{er} Avril, 121.
- rapide Cyclone. *E.* 14 Avril, 468.
- rotatifs. *E'.* 14 Avril, 372.

Turbines pour l'éclairage électrique (Munch). *EE.* 18-24 Mars, 414-449.

- Calcul graphique (Banki). *VDI.* 25 Mars, 477. Westinghouse, Dodge, Curtis, Jungren, Kerr, Escher-Wyss, Fullagar, Reuter, Wilkinson. *RM.* Mars, 248-269; Brown-Bovery de Saint-Ouen. *VDI.* 8 Avril, 571.

- — Distributions par soupapes (Straube). *Dp.* 18-25 Mars, 166-180, 1^{er} Avril, 204.

- — (fuites aux). *E'.* 7 Avril, 343.

- à gaz. Théorie. *VDI.* 1^{er} Avril, 517.

- Turbines. *EM.* Avril, 96.

- de 1200 ch. Cail. *E'.* 17 Mars, 272.

- de 500 ch. Richardson-Westgarth. *E'.* 7 Avril, 348.

- — Limite de vitesse. *AMA.* 25 Mars, 317.

- — Allumage. *Ri.* 15 Avril, 145. Recharge des accumulateurs par courants continus ou alternatifs. *Va.* 15 Avril, 236.

- Gazogènes d'aspiration. *E'.* 31 Mars, 308; 14 Avril, 361.

- à pétrole Hornsby à 3 cylindres. *E.* 31 Mars, 401.

- Diesel. *E'.* 31 Mars, 315.

- Rotative Maillard. *Va.* 1^{er} Avril, 193.

- — Davey Paxman de 20 ch. *E'.* 14 Avril, 374.

- Carburateur Claudel. *Va.* 18 Mars, 172. Divers. *Ri.* 18-25 Mars, 1^{er} Avril, 105, 115, 125.

Résistance des matériaux. Bandes de glissement dans les cassures métalliques. (Rosenkun). *RSL.* 10 Avril, 357.

- Essais des aciers. *SuE.* 1^{er} Avril, 415.

- Élasticité en volume des solides (Chree). *RSL.* 10 Avril, 518.

- Essais de fragilité. Influence de la forme de l'entaille. *Gc.* 1^{er} Avril, 361.

Résistance des matériaux. Résistance limite (Bach). *VDI.* 18 Avril, 615.

- Spécification des tôles des chaudières. *E'.* 17 Mars, 270.

- Action de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques du fer et de ses alliages (Dewar et Hadfield). *AcP.* Avril, 556.

- Influence des Ca. Mn. S. Ph. sur la résistance de l'acier Martin. *SuE.* 15 Mars, 337; 1^{er} Avril, 492.

Roulements sur billes. *DWF.* Va. 8 Avril, 209.

Textiles. Pare-navette et garde-navette. *H.* 15 Mars, 93.

- Freins de curseur pour continus à anneaux (Thierry-Mieg). *ScM.* Déc., 407.

Tachymètre Mousdale. *E.* 31 Mars, 424; Chauvin et Arnoux, Chatwood, Carlier. *RM.* Mars, 288-295.

Torsiomètre Kelvin et White. *E.* 7 Avril, 440.

Vibrations des machines. *E.* 24 Mars, 387.

MÉTALLURGIE

Alliages d'ingénieurs (Leevis). *E.* 31 Mars, 400.

- de cuivre et d'antimoine, phénomènes de recuit (Barkoff). *CN.* 7 Avril, 155.

Cuivre. Raffinage électrique aux États-Unis. *Pm.* Mars, 46; Avril, 60.

Fer et acier. Electro-métallurgie, progrès actuel (Engelhart). *ZOL.* 24-31 Mars, 173, 189 (Neuburger). *ZaC.* 31 Mars, 481, 4 Avril, 529.

- Acier Martin, progrès de fabrication. *RdM.* Avril, 219.

- Aciers coulés, défauts des (Wedding). *IaS.* Mars, 209. Fabrication (Weyland). *Ru.* Mars, 251.

- Cémentation (la) (Flather). *IaS.* Avril, 305.

- Laboratoire de métallurgie (Notes pour un) (Howe). *Ru.* Mars, 251.

- Mélangeur Allen et Davy de 750 tonnes, aciéries d'Ebb Vale. *E.* 31 Mars, 407.

- Hauts fourneaux. (Air sec refroidi dans le). *IaS.* Avril, 329; de l'île d'Elbe. *AIM.* Mars, 411.

- — Chargeurs. *RdM.* Avril, 209, 217.

- — Machine soufflante Kennedy. *E.* 14 Avril, 485.

- Fer et acier.** Fabrication des essieux de chemins de fer. *SuE.* 15 Avril, 434.
 — Fonderie des ateliers Landis. *AMa.* 18 Mars, 471. Science dans la fonderie (Strad). *IaS.* Avril, 322. Casse-fontes Bentley, *E'*. 7 Avril, 346. Machines à mouler (Avaureau). *RM.* Mars, 216.
 — Four à tremper Bragshaw. *AMa.* 1^{er} Avril, 355.
 — Laminoir de l'Illinois Steel Co. *SuE.* 1^{er} Avril, 397. Profilage pour fers à T. *SuE.* 15 Avril, 451. Cage de 70 tonnes. (*id.*), 471.
Gazogènes métallurgiques (Wolff). *SuE.* 1^{er} Avril, 387.
Micro-métallurgie. Attaque des coupes d'acier. (Smeaton). *IaS.* Mars, 222.
Or. Effet de l'argent sur la chloruration et la bromuration (Hofman et Magnuson). *AIM.* Mars, 421.
Zinc. Grillage et séparation magnétique d'une concentration de blende marcassite (Hofman et Norton). *AIM.* Mars, 391.
 — Traitement dans la Virginie. *Eam.* 30 Mars, 608; 6 Avril, 638.

MINES

- Boisage* aux mines de Chillagoe. *Eam.* 16 Mars, 515.
Étain. Mine de Mont Bishop. *Eam.* 9 Mars, 471.
 — Diamant gros du Cap. *Eam.* 23 Mars, 554.]
États-Unis. Législation minière. *Eam.* 9-23 Mars, 463, 557.

- Électricité.* Règlements anglais, pour l'emploi dans les houillères. *Eam.* 23 Mars, 560.
Fer. Gisements du Mesabi. *Eam.* 9 Mars, 406.
 — du Wisconsin (*id.*). 30 Mars, 610.
Houillères de la Lorraine française. *Ri.* 18 Mars, 109, *Gc.* 8 Avril, 375.
 — du Kansas. *Eam.* 16 Mars, 509.
 — du White Side Belt Rr. *Eam.* 6 Avril, 630.
 — du Mont-Rainier. *Eam.* 6^{er} Avril, 660.
 — de l'Angleterre. Ressources des. Rapport de la commission royale. *Ru.* Fév., 203. Mars, 262.
 — Carbonifère moyen au Sahara (Hang). *CR.* 3 Avril, 957.
Industrie minérale. Évolution (Chesneau). *Revue Scientifique*, 18 Mars, 321.
Fonçage. Procédé Kind. Chaudron. *MM.* Avril, 323.
Minerais. (Gisements de). Leur rapport avec l'activité thermique. *Eam.* 30 Mars, 606.
Or. Quartz, filons de Victoria. *Eam.* 9-25 Mars, 458, 575.
 — Pétroles du Texas. *MM.* Avril, 313.
 — Minage en Victoria. *Eam.* 9 Mars, 465.
 — Placers de la Guyane française (A. Bordeaux). *Ru.* Mars, 225.
Préparation mécanique. Trieurs magnétiques. *Élé.* 1^{er} Avril, 197, *SuE.* 15 Avril, 471.
 — Trieur Ferraris. *MM.* Avril, 333.
Roulage aux houillères de Bolkow-Vaughan. *E.* 17 Mars, 337.
Roches explosives. *Eam.* 30 Mars, 605.
Reprise sur la mer aux mines de Hodbarrow. *E.* 7 Avril, 429.

[Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.]

REVUE DE MÉTALLURGIE

MÉMOIRES

NOTE

SUR LE MODE D'ACTION DE LA PRESSE A FORGER

ET LES DÉFORMATIONS D'UN MÉTAL COMPRIMÉ A CHAUD

PAR

M. DEMOZAY

Dans la note qui suit, nous avons essayé de mettre en relief quelques particularités du mode d'action de la presse à forger (1).

Comme on le sait, la presse agit par pression appliquée sur la surface du métal à comprimer.

Son action est continue et progressive; continue en ce qu'il n'y a pas à proprement parler de temps d'arrêt dans la marche des pistons compresseurs, et progressive en ce sens que si les résistances viennent à augmenter pendant une expérience, la pression augmente progressivement et rapidement jusqu'à ce que le métal cède, bien entendu dans les limites d'action de la presse. Il y a une relation permanente entre l'écoulement du métal et la pression transmise par la presse.

A priori, il est possible de se faire une image assez exacte du mode d'action de la presse. Agissant avec une lenteur relative, la pression a le temps de se transmettre successivement, de couche en couche, jusqu'aux plus profondes et tout le métal peut être intéressé si son action est suffisamment prolongée. Si donc toutes les parties du métal participent à la résistance, les plus éprouvées seront celles qui sont les plus fluides, et dans le cas général ce seront les plus chaudes

(1) Les expériences citées en cours, ont été relevées sur une presse Davy de 2.000 t. des aciéries J. Holtzer à Unieux.

et les plus centrales. C'est donc vers le centre d'une pièce forgée que les déplacements devront être les plus prononcés, et que le forgeage sera le plus sensible. Cette particularité a été traduite en disant que la presse forge à cœur.

En réalité, la marche du phénomène est assez complexe, et en tous cas, varie d'un instant à un autre et d'une région du lingot forgé à une autre. D'abord le métal n'est pas partout également chaud et les régions qui se sont trouvées le plus directement en contact avec la flamme, seront toujours plus fluides que les autres et finalement se déformeront plus. De plus, pendant le forgeage, le métal se refroidit inégalement, d'une part par rayonnement et d'autre part par conducti-

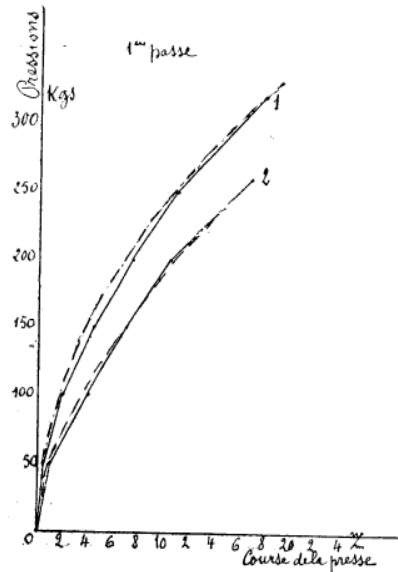


Fig. 1.

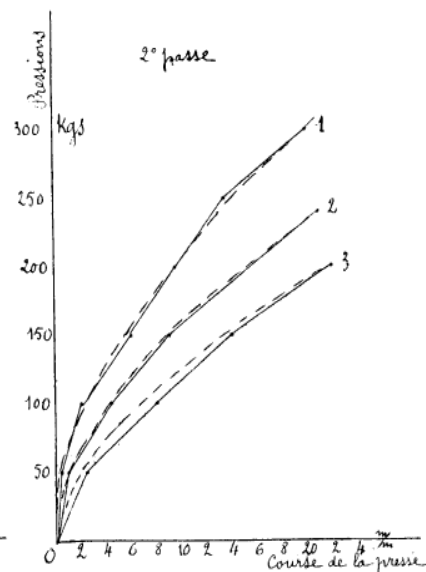


Fig. 2.

bilité au contact des étampes de la presse. Enfin, il n'y a pas continuité dans le mode de résistance d'une même région déformée d'un coup de presse au suivant, car dans l'intervalle, la partie qui avait été refroidie au contact des étampes, s'est échauffée par conductibilité et l'état du métal au commencement d'un coup de presse, n'est pas identique à celui de la fin du coup de presse précédent. Tout cela, indépendamment des propriétés physiques particulières du lingot, telles que cristallisations irrégulières du grain, régions souffleuses, etc. qui doivent encore se traduire par des variations dans la marche du phénomène. Enfin, un coup de presse modifie également la répartition du métal dans le voisinage de la partie déformée.

Cet ensemble de causes peut donc jouer un rôle important et on peut se demander jusqu'à quel point son influence peut intervenir et troubler la marche générale et régulière du phénomène de la déformation du métal, en admettant qu'il y ait une loi particulière d'écoulement avec un métal homogène.

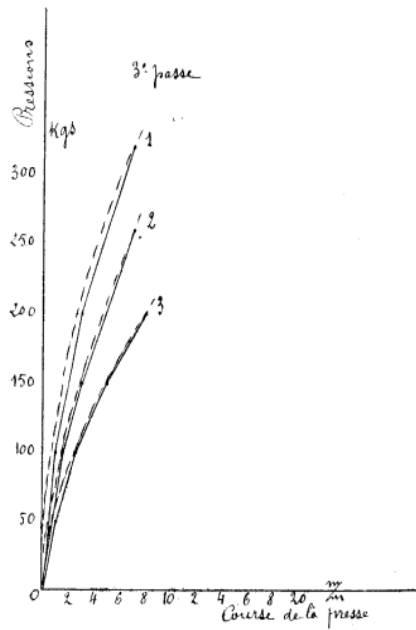


Fig. 3.

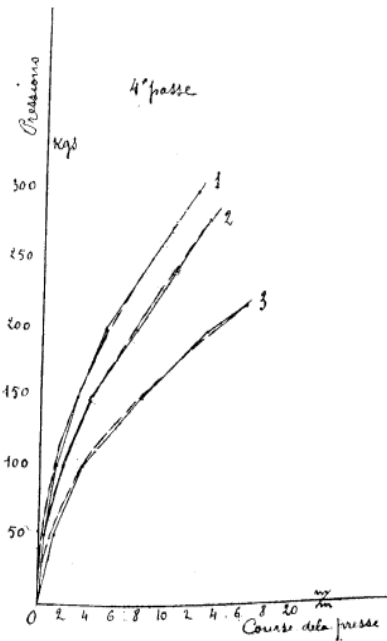


Fig. 4.

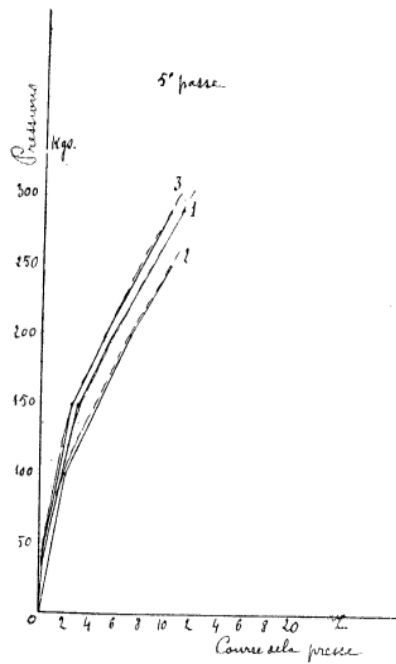


Fig. 5.

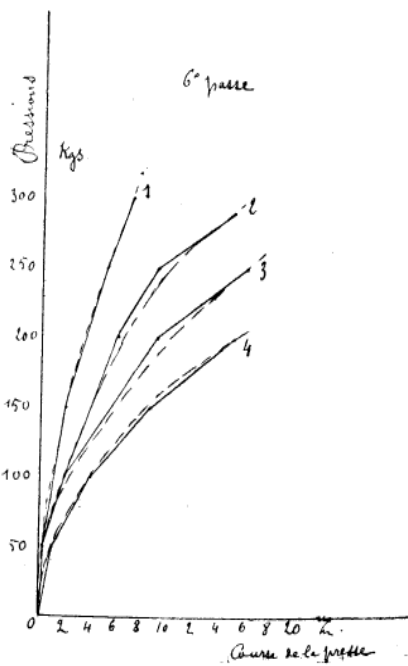


Fig. 6.

Pour étudier cette question, nous avons relevé pour un assez grand nombre de forgeages, les diagrammes fonctions de la pression indiquée au manomètre de la presse et de la déformation subie par le lingot. Comme nous ne pouvions disposer d'appareils enregistreurs, nous avons opéré en notant à toutes les augmentations de 50 kg. de pression lus sur le manomètre, la course de la presse et par suite l'aplatissement correspondant du lingot.

Parmi tous les diagrammes que nous avons ainsi obtenus, nous en donnons une série (fig. 1 à 17) relative à un travail de dégrossissage. La température ini-

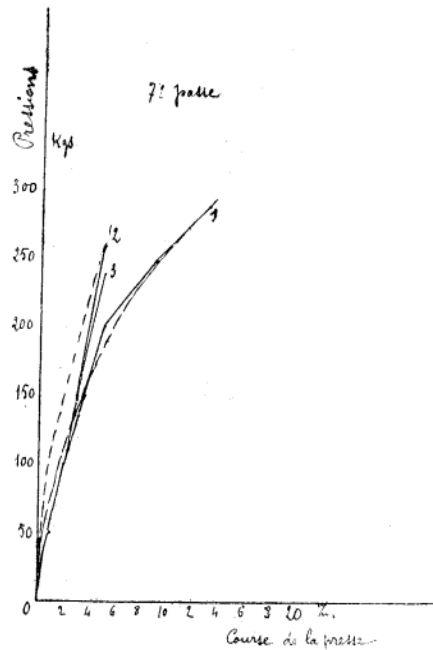


Fig. 7.

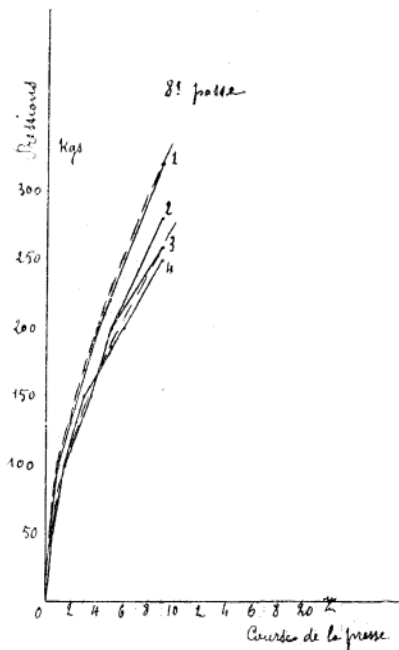


Fig. 8.

tiale était de 1000° environ, et la température finale de 675°. On est parti d'un lingot octogone de 1.100 mm. pour aboutir à un carré de 360 mm.

Les courbes sont groupées par passe; chaque passe représentant le forgeage sur toute la longueur d'une face du lingot. La courbe numérotée 1 est relative au voisinage de la tenue. Ainsi, sur la fig. 18 une passe est représentée par les forgeages successifs 1, 2, 3; la passe suivante est effectuée dans le sens perpendiculaire et est représentée par 1', 2', 3'.

Malgré les observations que l'on pourrait présenter sur l'imprécision des moyens d'enregistrement, il est impossible de ne pas être frappé néanmoins de l'analogie de toutes ces courbes entre elles et ensuite avec des paraboles. Nous avons tracé ces dernières en traits interrompus, en les considérant comme tangentes à l'origine aux ordonnées et passant par le point le plus élevé du diagramme. Évidemment, on observe quelques différences entre ces courbes, mais les analogies

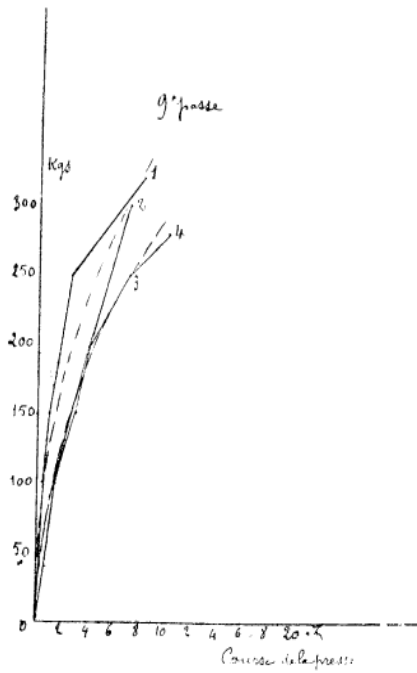


Fig. 9.

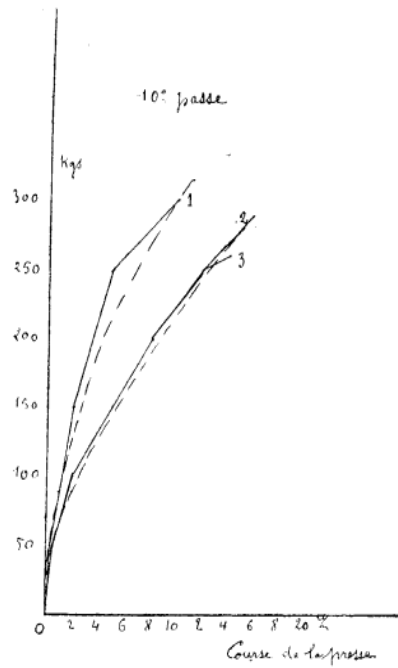


Fig. 10.

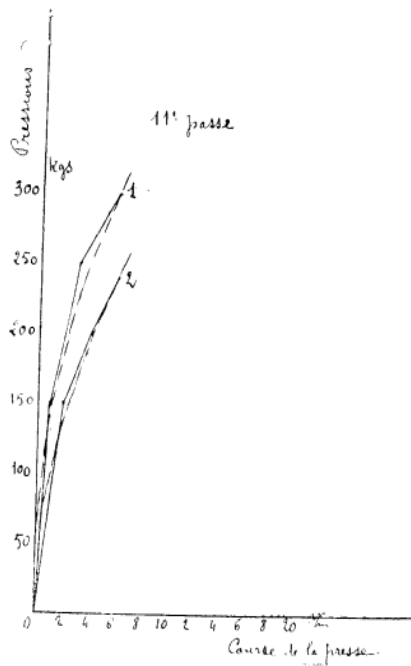


Fig. 11.

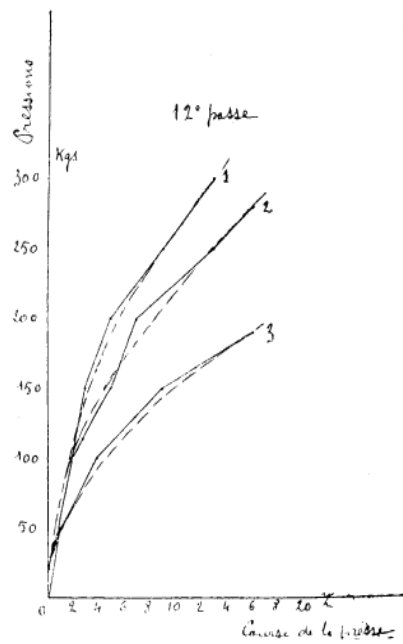


Fig. 12.

sont si nombreuses et si frappantes, que nous n'hésitons pas à considérer cette forme parabolique comme exprimant d'une façon suffisamment exacte et dans les limites où les expériences ont été faites, comme caractérisant la loi de l'action de la presse et de l'écoulement du métal. D'ailleurs, quelle que soit cette loi, et à cela il n'y a pas d'exception, toutes les courbes sont infléchies vers les abscisses. Un premier fait général s'en dégage : l'augmentation de pression nécessaire pour provoquer une même déformation du métal est moins grande vers la fin du coup de prese qu'au début, et cela quelle que soit l'importance du refroidissement de la pièce, du moins dans toutes les expériences que nous avons relevées.

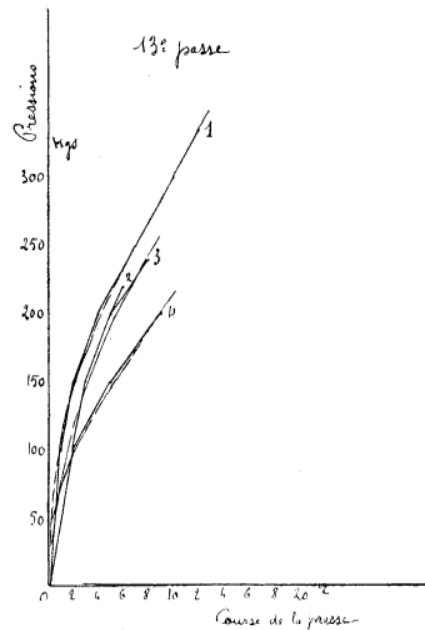


Fig. 13.

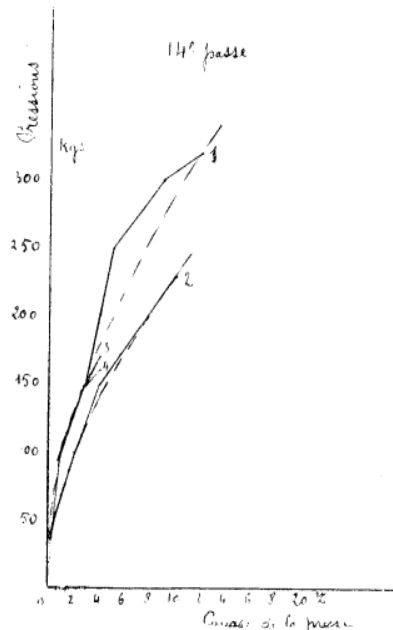


Fig. 14.

On peut donner de ce fait diverses raisons qui ne s'excluent pas nécessairement et même au contraire qui peuvent s'ajouter dans une certaine mesure. On peut supposer qu'au moment où la pression commence à s'exercer, les molécules du lingot ne sont pas orientées dans le sens que va prendre l'écoulement du métal et qu'il faut un certain temps pour que cette orientation puisse se manifester. Au début, les molécules se heurtent, chevauchent et réagissent les unes sur les autres; c'est la période pendant laquelle l'énergie dépensée est relativement le plus considérable. Sous l'action continue de la pression, les molécules glissent de mieux en mieux suivant des directions déterminées et dans le sens qui correspond à un minimum de dépense d'énergie. Si cette façon de concevoir le phénomène est exacte, il en résultera que de deux coups de presse donnés successivement dans la même région, le second fournira un diagramme se rapprochant davantage de la ligne droite. Or, les courbes obtenues se redressent

toutes de plus en plus au fur et à mesure de l'avancement du forgeage et satisfait à cette conclusion. Il est vrai que le refroidissement du lingot doit aussi provoquer le redressement des courbes, mais il n'en est pas moins vrai que cette forme redressée est bien compatible avec l'idée du mode d'écoulement que l'on vient de supposer.

On pourrait encore admettre que, la pression s'exerçant au début sur la couche superficielle qui est la moins chaude, la déformation qui en résulte est minima. Lorsque cette pression se transmet, c'est à des couches de plus en plus chaudes et par conséquent plus malléables, provoquant une plus grande déformation

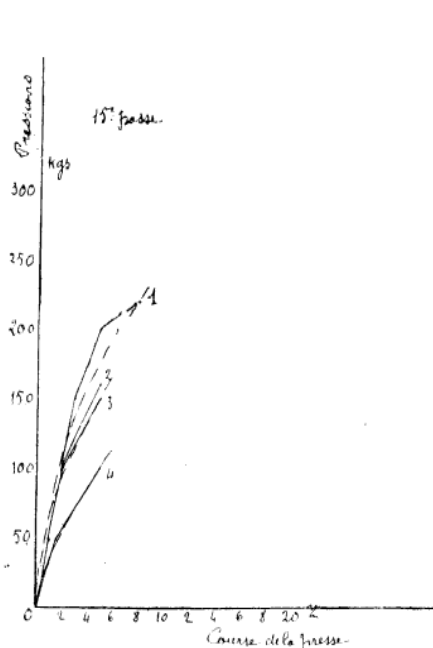


Fig. 15.

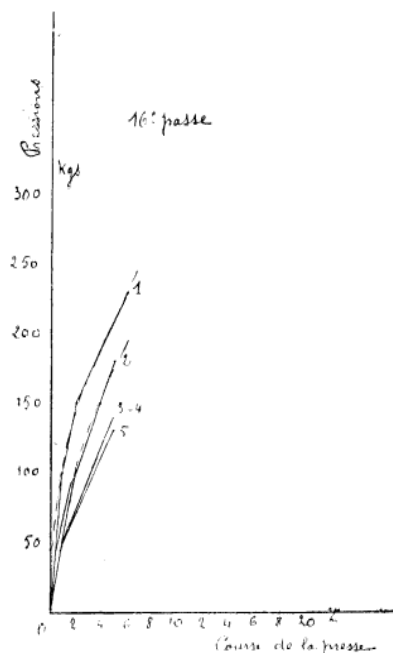


Fig. 16.

pour une même élévation de pression. La courbe serait donc une conséquence de la répartition de la chaleur à l'intérieur du lingot et de la non instantanéité de la transmission de la pression de l'extérieur à l'intérieur. Une conséquence de cette manière de voir, c'est que le métal devra se déformer en dernier lieu dans la région du centre du lingot. C'est en effet ce qu'on observe. En regardant la tranche du métal sur lequel s'exerce un coup de presse, cette tranche prend une forme convexe et cela dans les derniers moments de la course de la presse. En tout cas, ce renflement n'est pas appréciable au début; il n'y a qu'au bout d'un certain temps qu'on le voit se former et ce n'est que vers la fin qu'il s'accroît. Il est probable que ce renflement irait en augmentant encore tant que la presse pourrait agir.

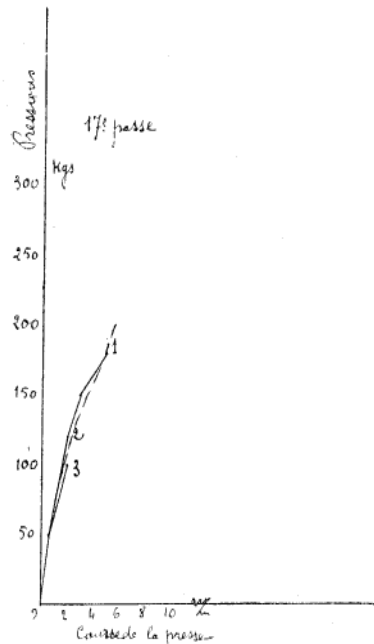
Quoi qu'il en soit des hypothèses et des explications qu'on en puisse tout d'abord donner, nous constatons ce fait expérimental que la pression nécessaire

pour provoquer une diminution d'épaisseur donnée d'un lingot d'acier, est liée à cette dernière valeur par une relation parabolique.

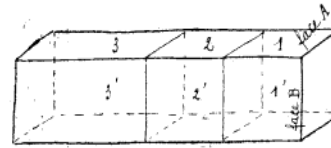
Désignons par S_0 et h_0 la section et l'épaisseur de la partie du lingot en prise avec la presse ;

S et h ce que deviennent ces valeurs lorsqu'on exerce la pression p marquée au manomètre ;

E l'énergie nécessaire pour provoquer la diminution d'épaisseur $h_0 - h$.



Comme la pression totale exercée par la presse est sensiblement proportionnelle à la pression lue au manomètre, le poids de la traverse de la presse étant négligeable devant l'effort de compression,



On a à un facteur constant près :

$$E = \int_{h_0}^h p \, dh.$$

C'est la surface d'un des diagrammes obtenus, et comme ce diagramme représente une parabole, on aura toujours à un facteur constant près :

$$E = (h_0 - h) P,$$

P étant la pression maximum; relation très simple, qui n'est qu'une traduction des

faits et qui ramène l'évaluation du travail de la déformation du métal, à l'énergie produite par une force constante se déplaçant de la hauteur $h_0 - h$.

Désignons maintenant par k la pression maximum par unité de surface rapportée à S_0 , on aura :

$$P = k S_0$$

et la formule devient :

$$E = k S_0 (h_0 - h).$$

Cette formule paraît avoir un caractère général, car si au lieu de nous placer dans le cas particulier qui nous intéresse, pour lequel la pression varie pendant tout le temps de la compression, on envisage le cas d'une pression constante et d'une surface d'appui quelconque, on trouvera toujours pour l'énergie dépensée, un nombre proportionnel à :

$$P (h_0 - h) \text{ avec } P = k S_0.$$

Or $S_0 (h_0 - h)$ est égal au volume du métal qui a été déplacé pour déformer le

lingot. On en déduit que l'énergie nécessaire pour déplacer une unité de volume de matière est proportionnelle à la pression maximum par unité de surface primitive comprimée. De sorte que chercher à évaluer l'une, c'est chercher à évaluer l'autre, avec ceci de particulièrement intéressant que le nombre k prend une signification plus concrète en rapport avec les déplacements de matière à l'intérieur du lingot. Nous reviendrons tout à l'heure sur cette remarque importante.

Nous allons essayer d'appliquer ces considérations au travail du laminage et déterminer la relation qui relie la valeur des sections successives des cannelures à la puissance de la machine.

Laissons de côté la question du refroidissement du métal; nous résoudrons le problème dans les meilleures conditions, en traçant les cannelures de manière que l'énergie dépensée pendant chaque passe reste constante et soit aussi grande que possible. Or, nous avons vu que l'évaluation de tout effort de déformation revient en somme à apprécier l'énergie nécessaire pour déplacer une unité de volume du métal soumis à la compression. Nous écrirons donc que cet effort total est constant, ce qui donnera la solution du problème.

Or, soit Σ la section de la barre avant le passage au laminoir, σ la section après; L et l les longueurs de la barre correspondantes. Le volume déplacé sous l'action du laminoir est :

$$(\Sigma - \sigma) L$$

et comme cette valeur est proportionnelle à l'énergie totale dépensée par la machine et que la vitesse du train reste constante pendant toute la durée du laminage qui s'effectue sur la longueur l de la barre, la puissance de la machine devra être proportionnelle à

$$(\Sigma - \sigma) \frac{L}{l}.$$

Si donc, on dépense une fraction constante de cette puissance, on devra s'efforcer d'avoir constamment

$$(\Sigma - \sigma) \frac{L}{l} = \text{constante}.$$

Posons

$$\frac{\Sigma}{\sigma} = \alpha;$$

comme $\Sigma L = \sigma l$, on aura :

$$\frac{(\Sigma - \sigma) L}{l} = \sigma \frac{\alpha - 1}{\alpha} = \lambda$$

λ dépendant de la puissance de la machine.

Cette dernière expression est l'équation d'une hyperbole équilatère qui permet étant donnés les trois termes Σ , σ , λ , de calculer l'un d'entre eux si on connaît les deux autres. En particulier, si l'on dispose de la machine, on pourra en déduire comment devront se succéder les sections des cannelures.

Partons donc de cette équation :

$$\sigma \frac{\alpha - 1}{\alpha} = \lambda$$

et traçons deux axes de coordonnées rectangulaires. Portons les valeurs de α en ordonnées et en abscisses les valeurs de σ . L'arc de l'hyperbole qui nous intéresse est asymptote à la droite $\alpha = 1$ (fig. 19).

Traçons une parallèle aux abscisses correspondant à la valeur de α , au delà de laquelle le métal se désagrège, nous voyons que toutes les valeurs de α que nous devons considérer sont situées sur lignes AB et BC, et la façon de se servir de ce tracé est évidente. Supposons qu'on veuille aboutir à une section σ_1 , la valeur de α correspondante est α_1 ; on en déduit $\sigma_2 = \sigma_1 \alpha_1$. En σ_2 on élèvera une ordonnée, et ainsi de suite. On n'est limité que par l'influence du refroidissement qui oblige

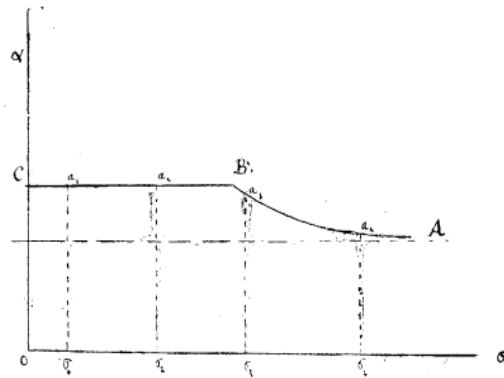


Fig. 19.

à un maximum de passes. Si l'on avait affaire en dernier lieu à des sections très petites pour lesquelles le refroidissement a des effets sensibles, au lieu de tracer la droite AB, qui correspond à la limite de la déformation pour une température constante, on rechercherait la courbe de la déformation en fonction de la température et c'est sur cette courbe qu'on se baserait pour déterminer les sections.

Nous allons maintenant comparer notre formule à celle toute théorique de Fink

$$E = KV \log_a \frac{h_0}{h}$$

relative au travail de déformation d'un métal et dans laquelle k est une pression constante et V le volume du métal.

Pour cela, nous allons revenir à la forme

$$E = P (h_0 - h).$$

Si maintenant nous attribuons à k la valeur de la pression maximum par unité de surface lorsque la déformation est produite, on aura :

$$P = k S$$

$$\text{d'où} \quad E = KS (h_0 - h) = KSh \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right) = KV \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right)$$

relation qui est assez sensiblement de même forme, car on a :

$$\log \frac{h_0}{h} = \frac{h_0}{h} - 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{h_0}{h} - 1 \right)^3.$$

en développant en série $\log \frac{h_0}{h}$.

Le rapport $\frac{h_0}{h}$ est assez voisin de 1, de sorte que $\log \frac{h_0}{h}$ n'est pas très éloigné de $\frac{h_0}{h} - 1$.

Seulement dans les deux formules, V n'a pas le même sens. Le V de Fink exprime le volume total du métal, tandis que le V de notre formule ne concerne que le volume qui est resté sous pression et tient compte ainsi de toutes les déformations subies par le métal indifféremment, élargissement ou allongement. Elle tient d'ailleurs compte de toutes les circonstances, puisqu'elle résulte directement de l'observation de faits expérimentaux, indépendamment de toute hypothèse.

Ces différences constatées, nous allons maintenant procéder à l'application de la formule

$$E = K S_0 (h_0 - h)$$

en envisageant de nouveau le cas de la presse.

Nous avons calculé les nombres proportionnels aux valeurs de l'énergie dépensée pour déplacer une unité de volume de métal dans les différentes expériences relevées. Comme ces valeurs se ramènent à celles de la pression maximum rapportée à l'unité de surface, ce sont ces dernières valeurs que nous allons considérer. Seulement au lieu de prendre S_0 comme surface, nous avons pris la moyenne de la surface d'appui pendant la compression, pour éliminer en partie l'influence de la variété des formes que prennent les surfaces pendant le forgeage.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants :

1^{er} LINGOT. — Valeurs calculées de K.

1 ^{re} RÉGION				2 ^e RÉGION				3 ^e RÉGION				4 ^e RÉGION			
Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B	
N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K
1	31,6	3	32,5	2	25,7	4	26			5	»				
6	34,9	9	35,4	7	28,2	10	33	8	21,7	11	25,9				
12	33,2	15	38	13	28,5	16	38,7	14	33,2	17	33,4			18	26,6
19	35,5	23	45,7	20	33,5	24	40	21	31	25	37,1	22	»	26	35,2
27	43,5	31	48,5	28	41	32	45	29	34	33	42	30	38,2	34	»
35	45	39	48,5	36	40,6	40	47	37	»	41	32	38	»	42	»
43	55			44	36			45	41,5			46	34,6		

2^e LINGOT. — Valeurs calculées de *K*.

1 ^{re} RÉGION				2 ^e RÉGION				3 ^e RÉGION				4 ^e RÉGION				5 ^e RÉGION			
Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B	
N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K
1	24,4			2	22,9			3	20										
8	32,5	4	26	9	26,6	5	25	10	30	6	23,4			7	15				
16	41,5	12	35,1	13	28,5	14	32,5	18	33	11	23,3	15	28,8						
24	40,5	20	38,2	21	33	22	35,1	26	34,9	19	35,1	23	33						
		29	42,2	25	32,5	30	34,9	31	42,2	27	34,5	32	42	28	»	33	»		

3^e LINGOT. — Valeurs calculées de *K*.

1 ^{re} RÉGION				2 ^e RÉGION				3 ^e RÉGION				4 ^e RÉGION				5 ^e RÉGION				6 ^e RÉGION			
Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B		Côté A		Côté B	
N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K	N ^{os}	K
1	14,4			2	14,6	3	14,4							7	6,4								
8	23,4	4	18,6	9	18,8	10	18,2	14	20,4	11	16,9	13	21,4										
16	29,2	12	29,6	17	22	18	22	23	23,2	19	25,4	24	27,6	20	25,4	25	27,6						
27	41	21	32,6	22	32,4	29	26,4	30	29,4	26	25,4	31	32,4	32	»	26	25,4						

Pour faciliter les comparaisons, les nombres obtenus ont été classés par colonnes verticales formées chacune des résultats des coups de presse donnés dans la même région et d'un même côté du lingot, et dans chaque colonne verticale, suivant l'ordre du travail.

Un premier coup d'œil sur ces colonnes permet de constater que ces nombres vont en augmentant dans chacune d'elles et que ceux de la colonne B sont généralement plus élevés que ceux de la colonne A. Nous allons préciser ces résultats et les traduire en graphiques. Pour cela, nous allons introduire un facteur nouveau, l'intervalle de temps séparant deux coups de presse. D'une façon générale, ce temps est sensiblement le même, à quelques secondes près et nous ne commettons pas d'écart appréciable, pouvant en rien influencer sur le caractère des courbes, en exprimant les temps par les mêmes nombres que ceux qui marquent la succession des coups de presse.

Les graphiques n^{os} 20 à 29 traduisent les résultats.

Les courbes en traits de même nature correspondent à un même côté du lingot.

Toutes les courbes sont sensiblement parallèles et si l'on prend les points moyens, on obtient une courbe tout à fait continue, qui représente alors très sen-

siblement la loi du travail fourni en fonction du refroidissement du lingot. Comme la température moyenne a passé de 1000° à 675° environ, on voit que pour une chute

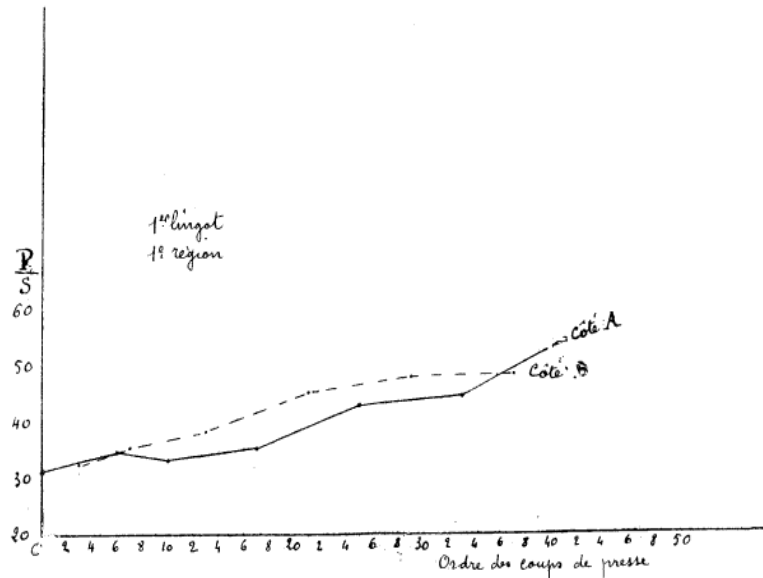


Fig. 20.

de 325°, le travail nécessité par le déplacement d'une unité de volume est passé d'une valeur exprimée par 25 à une autre exprimée par 47. Le travail a presque

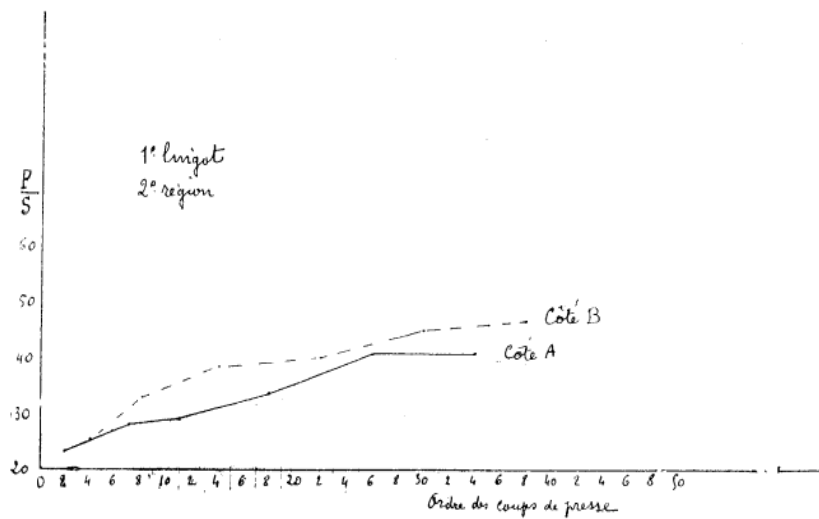


Fig. 21.

doublé. C'est bien là l'influence du temps sur le travail et l'on voit immédiatement la conclusion pratique qui s'impose; aller vite et posséder un engin de dé-

formation dont la dépense soit proportionnée à l'effort à vaincre. Ces conclusions

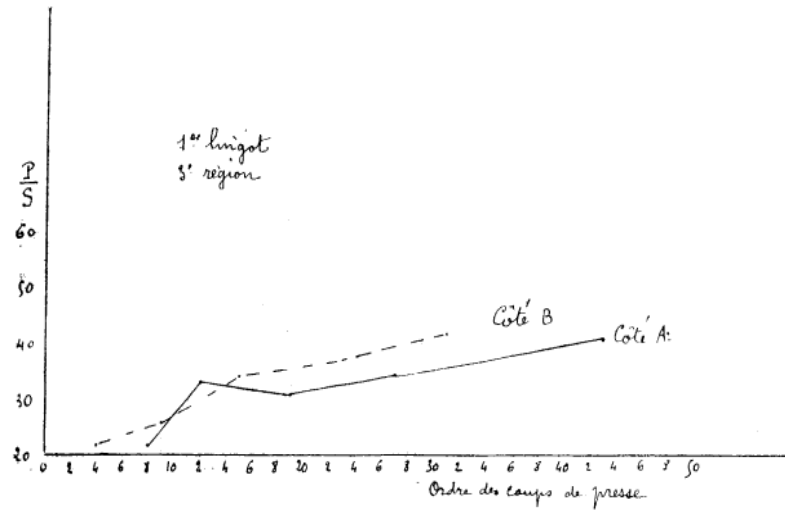


Fig. 22.

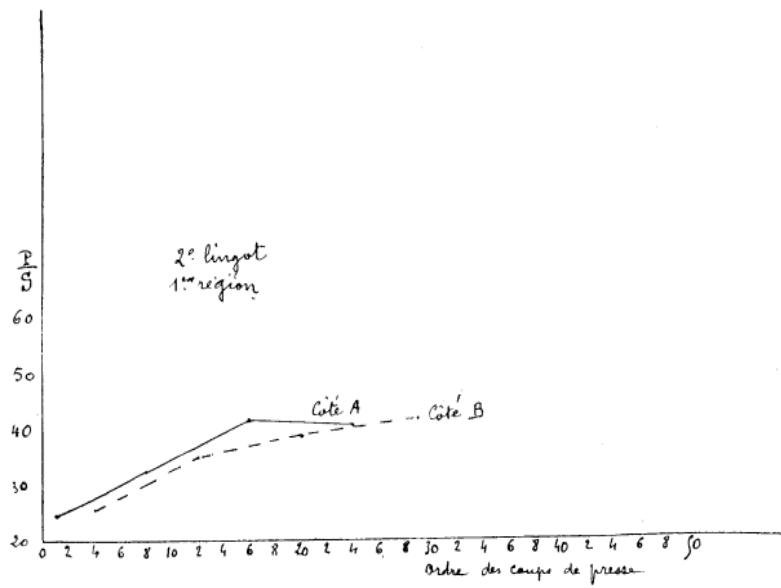


Fig. 23.

ne sont pas précisément nouvelles, mais en mettant des nombres sur les faits, nous en apprécions davantage l'importance et la valeur.

La comparaison des courbes conduit directement aux remarques suivantes :

1° Les courbes forment dans l'ensemble un faisceau de lignes sensiblement parallèles dont les ordonnées augmentent avec les temps.

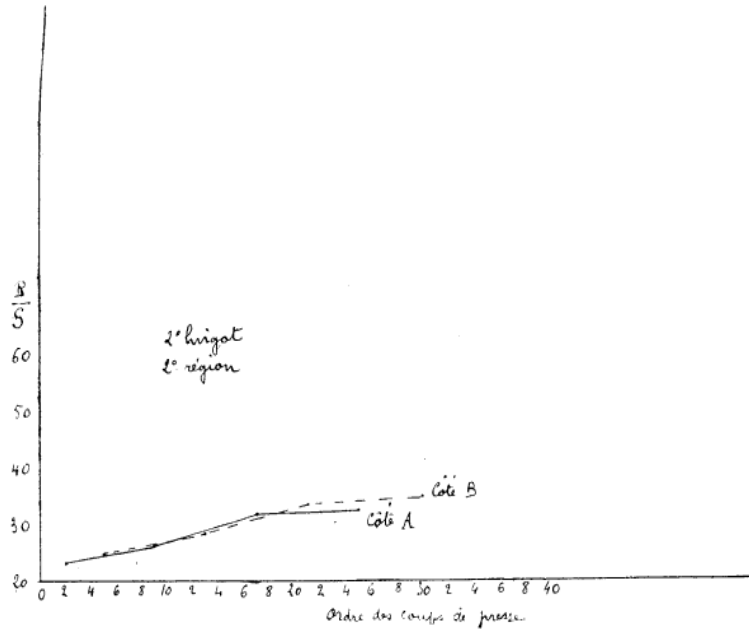


Fig. 24.

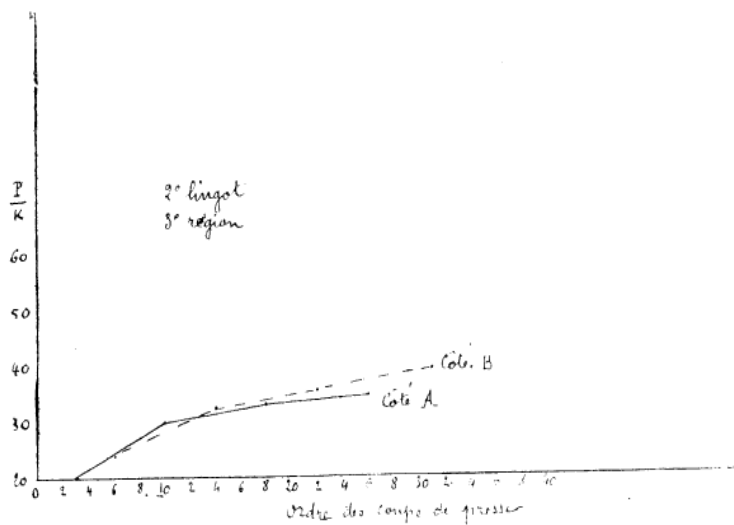


Fig. 25.

2° Les courbes sont régulièrement échelonnées dans un ordre particulier. Coupons les courbes par une droite parallèle aux ordonnées. On voit immé-

diatement que si on pouvait opérer à un même moment et par conséquent dans les mêmes conditions de refroidissement, la malléabilité varierait :

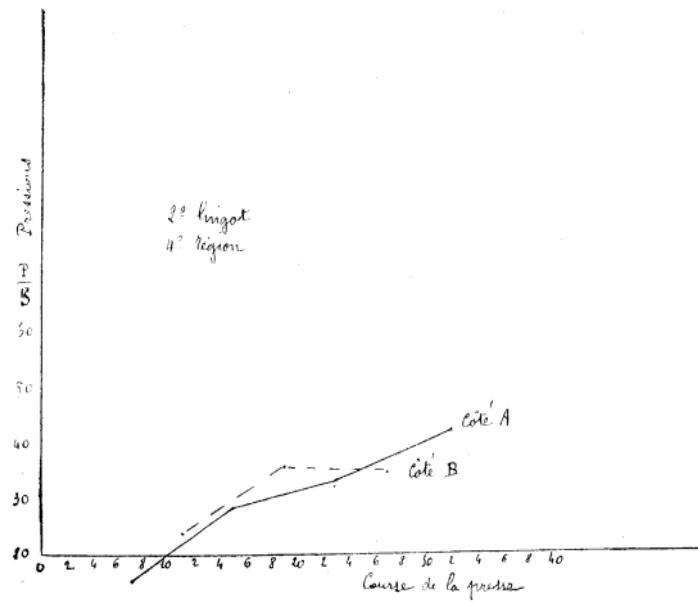


Fig. 26.

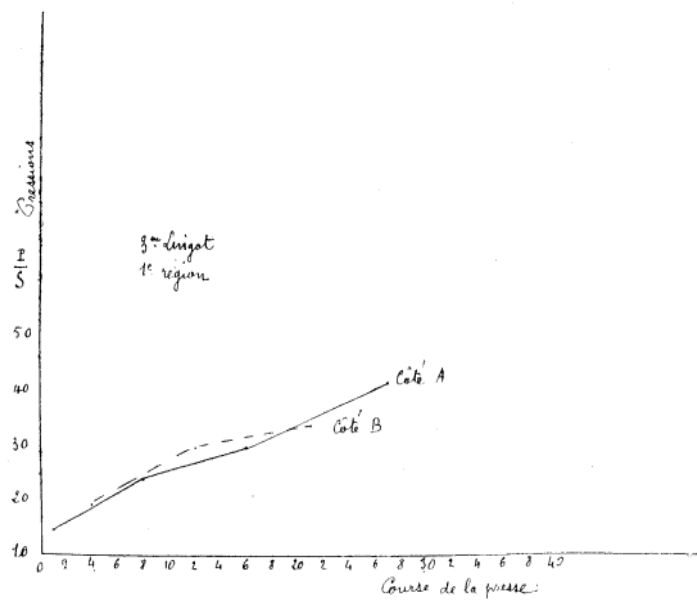


Fig. 27.

- 1° Avec la face sur laquelle se produit la compression ;
- 2° Avec la région dans laquelle on opère.

Or, si on considère le lingot à sa sortie du four, on peut admettre et cela est sensiblement vrai, que la chaleur est également répartie dans l'intérieur de la

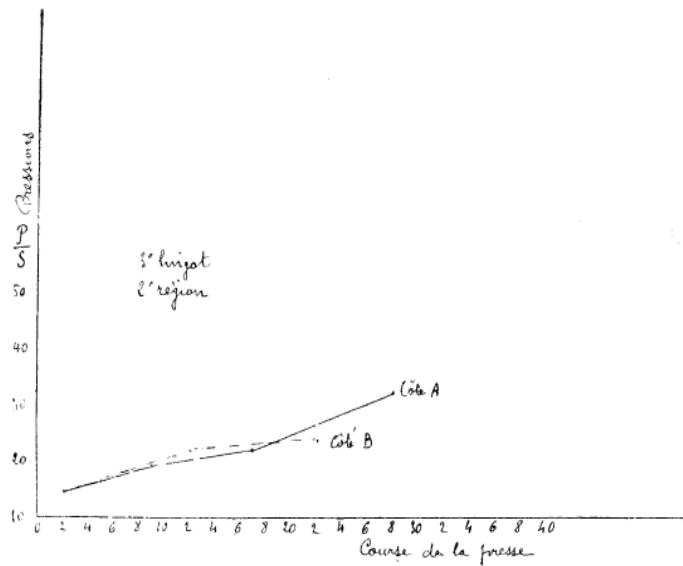


Fig. 28.

partie à forger : de plus, que pendant toute la durée du forgeage, la répartition de la chaleur à l'intérieur du lingot est uniforme et semblable à elle-même du

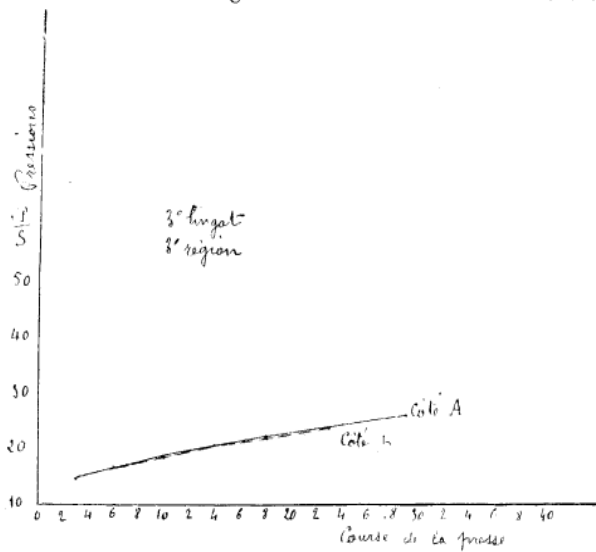


Fig. 29.

moins sur une assez grande longueur. Il devrait en résulter que si on considère un moment quelconque donné, le travail de déformation qui lui correspond de-

vrait être à peu près le même, indépendamment de la région et du côté où se donne le coup de presse. Or, les figures montrent qu'il n'en est rien et qu'au contraire, il semble exister une loi de variation de cet effort en fonction de la région.

Si maintenant au lieu de considérer un même côté du lingot, on envisage le côté à angle droit, on voit encore que le travail, pour une même région, est différent et qu'il y a là un échelonnement régulier qui ne peut être invoqué par des raisons de chaleur, puisque la région est la même. D'ailleurs, s'il n'y avait que la question du refroidissement à envisager, les points qui correspondent à une même région devraient être sur la même courbe, qui représenterait alors la relation entre le travail nécessaire pour produire une déformation et le temps. Du reste, pendant tout le cours du forgeage, les courbes se maintiennent parallèles, ce qui semble indiquer encore la permanence de la cause qui a provoqué leur échelonnement.

Il ne reste donc que la considération de la situation régionale pour rendre compte du parallélisme des courbes. D'abord il est vrai, le métal éprouve d'autant moins de difficultés à se déplacer qu'il est d'abord plus près de l'extrémité libre et qu'il a moins de métal devant lui à refouler, mais cette seule considération ne peut subsister devant la superposition des courbes relatives à une même région et il paraît nécessaire de faire intervenir une préparation particulière du métal par l'effet de la compression antérieurement donnée.

Voici comment nous nous expliquons les faits : par l'effet d'un premier coup de presse, les éléments du métal s'orientent dans le sens de l'écoulement qui présente le moins de résistance. Il peut y avoir du reste plusieurs sens à cet écoulement, car le métal s'allonge, s'élargit et souvent il se forme un bourrelet sur les bords de l'étampe. Ce premier déplacement provoque une sorte de polarisation, des molécules, plus ou moins stable suivant la température du lingot, mais qui n'en existe pas moins. Tout coup de presse ultérieur qui tendrait à provoquer un flux dans le sens de la polarisation, correspondrait alors à un travail minimum ; au contraire, tout coup de presse qui tendrait à changer le sens de cette polarisation correspondrait à un travail maximum.

Ces considérations permettent d'expliquer la permanence de la disposition des courbes. C'est en effet, moins peut-être leur échelonnement que la permanence de leur situation relative qui est importante, car c'est elle qui témoigne, à notre avis, de la manifestation d'une répartition et d'une polarisation particulières des molécules du lingot pour céder plus ou moins facilement aux déformations ultérieures, et cela indépendamment de la température. C'est bien là précisément ce que nous constatons. Dans chacune des trois séries de courbes que nous présentons, le parallélisme est conservé, sans cependant que l'ordre entre les numéros des courbes se trouve respecté. Du reste, beaucoup de facteurs interviennent pour restreindre ou accuser ces déplacements : la chaleur, et la dimension relative des lingots entre autres. Notre but d'ailleurs n'est pas de faire connaître la nature et la forme des zones d'écoulement, mais seulement de montrer qu'elles se forment, qu'elles sont en relation avec la dépense d'énergie et que lorsqu'elles sont fixées, elles paraissent conserver leur situation relative.

Si maintenant nous envisageons la question de l'inclinaison des courbes, comme elles sont parallèles, en les rassemblant, on peut ainsi former très approximativement, la loi de variation de l'énergie en fonction du refroidissement. On obtient ainsi, très exactement une parabole qui pour le premier lingot aurait pour équation :

$$(y - 18)^2 = 18 \left(x - \frac{1}{3} \right)$$

dans laquelle x exprime des temps. La figure 30 exprime la moyenne générale de la variation de k en fonction du temps. La vitesse de la variation de la malléabilité sous l'influence du temps et du refroidissement de la pièce qui en est la conséquence diminue avec le temps. Cette conclusion spéciale semble être en contradiction avec l'idée qu'on peut se faire *a priori* de la variation de la malléabilité pour ces températures. On peut en effet remarquer que celle-ci devrait diminuer

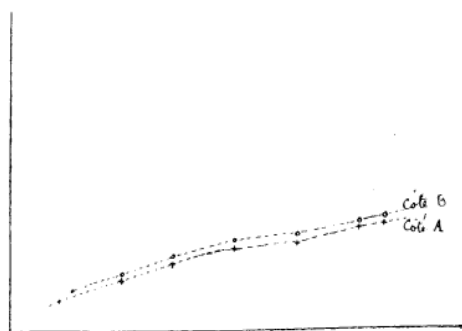


Fig. 30.

assez rapidement et que la courbe devrait tendre à devenir asymptote à une parallèle à l'axe des y pour un temps relativement assez court, et que la courbe qu'on obtiendrait ainsi devrait avoir une courbure en sens inverse de celle que nous donne l'expérience. Mais cette sorte d'anomalie se résout si l'on fait intervenir la considération des zones d'écoulement. Le métal est d'autant mieux préparé à s'écouler dans un sens et le travail est d'autant plus diminué qu'on l'a forgé plus longtemps dans les mêmes conditions. L'effet de l'abaissement de la température est en partie contrebalancé par celui de la persistance du sens dans lequel on forge. Ces régions d'écoulement dérangent l'homogénéité, ou plutôt une certaine uniformité de la pièce, mais elles créent plus de régularité et de symétrie dans l'ensemble. Elles ne sont sans doute pas sans quelque influence sur la formation des fibres du métal.

Ces faits sont en concordance avec l'observation des résultats que donnent des éprouvettes prises dans des sens différents, soit après laminage, soit après forgeage. Ils les expliquent même et on peut se demander si l'amélioration de la qualité du métal que l'on reconnaît au forgeage, ne serait pas due à la formation de ces zones d'écoulement et à la persistance de l'orientation des molécules qui les constituent. Du reste, on a remarqué qu'il n'y avait pas grand avantage à

augmenter le corroyage au delà d'une certaine valeur et dans presque tous les cahiers des charges, on s'arrête à un corroyage de quatre. Dans l'hypothèse que nous émettons, le forgeage qui correspond à cette diminution de section, serait suffisant pour que tout le métal ait participé à l'écoulement et que les molécules soient orientées dans des sens convenables et définitifs.

Si cette façon de comprendre les faits est exacte, les conséquences qui en découlent paraissent importantes, au point de vue de la résistance future des pièces forgées et des déformations partielles qu'elles peuvent subir. Le travail de dégrossissage acquiert une importance qu'on ne soupçonnait guère, en constituant dans le métal une sorte de squelette qui pourra ultérieurement se déformer, se cintrer, s'étirer ou se courber, mais qui n'en restera pas moins comme un caractère définitif et général du lingot.

Résumons en quelques mots les résultats intéressants de cette note :

1° L'énergie nécessaire pour déplacer par compression une unité de volume de métal, est exprimable, à un facteur numérique près, par le même nombre que la pression maximum par unité de surface comprimée :

$$E = K S_0 (h_0 - h).$$

En faisant l'application de ce principe au tracé des cannelures de laminaires, on trouve que, si on désigne par α le rapport entre les valeurs de deux sections consécutives σ_1 et σ_2 , les valeurs de α qui correspondent à un travail maximum sont données par la formule

$$\sigma_1 \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) = \lambda$$

λ dépendant de la force du laminoir et du rayon des cylindres, la valeur de α ayant un maximum qui correspond à la désagrégation du métal.

2° L'action du premier effort de compression développé sur un lingot brut, paraît avoir une grande importance, en amorçant à l'intérieur du métal, un sens d'écoulement de matière qui souvent s'accroît et tout au moins se maintient pendant les opérations ultérieures successives.

Ce principe entraîne des conclusions pratiques intéressantes, concernant la forme des pièces et les procédés d'ébauchage à employer suivant le mode de résistance qu'elles doivent supporter et les efforts auxquels leurs diverses parties seront soumises.

3° Dans les limites de température où se fait le forgeage d'un lingot, la variation de l'énergie nécessaire au déplacement du métal, peut varier du commencement à la fin du forgeage, du simple au double. D'une façon générale, cette expression paraît varier en sens inverse de la racine carrée du temps.

La conclusion pratique qui en découle est d'aller vite et de s'organiser en conséquence pour accélérer le forgeage.

CONSTITUTION DU CUIVRE OXYDÉ

PAR

M. GIRAUD

L'examen métallographique des mélanges cuivre et oxydure de cuivre montre une particularité intéressante. Ces deux corps fondus ensemble se dissolvent mutuellement sans se combiner et au refroidissement, donnent un eutectique, contenant d'après le Dr Heyn 3,5 0/0 d'oxydure, et celui des deux composants qui est en excès.

Lorsqu'on examine des coupes polies de lingots obtenus avec un excès d'oxydure on trouve au lieu du mélange attendu oxydure et eutectique qu'ils sont



Fig. 1.

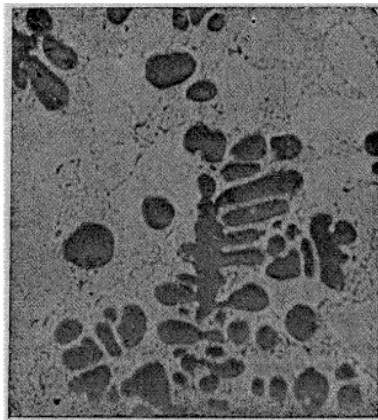


Fig. 2.

souvent formés d'oxydure et de cuivre sans eutectique (fig. 1) ou de cuivre, d'oxydure et d'eutectique (fig. 2).

Lorsque c'est le cuivre qui est en excès on obtient le résultat normal cuivre et eutectique (fig. 3) ou eutectique seul (fig. 4) selon la teneur en oxyde du mélange. Cette exception aux lois de la solidification des alliages n'est qu'apparente et peut recevoir l'explication suivante. On l'observe d'autant mieux que la solidification est plus lente. Au début de celle-ci, il se dépose de l'oxydure en grands cristaux arborescents et le liquide s'appauvrit en oxydure jusqu'à ce qu'il atteigne la composition de l'eutectique. A ce moment, du cuivre devrait se déposer, mais il reste en surfusion et l'oxydure seul continue à cristalliser, le mélange liquide

devient hypoeutectoïde et lorsque la surfusion cesse il se dépose d'accord du cuivre puis de l'eutectique. Cette succession des phénomènes doit pouvoir se lire sur la

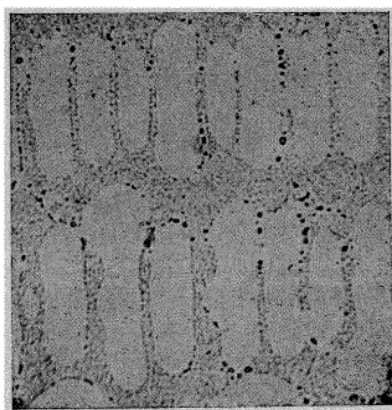


Fig. 3.

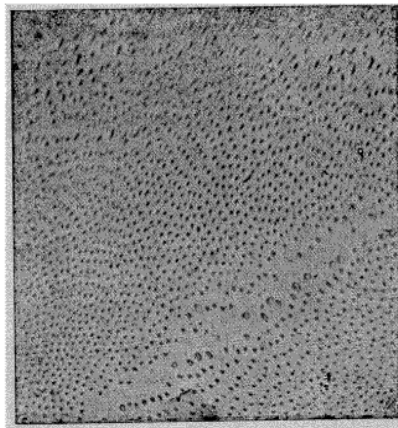


Fig. 4.

courbe de refroidissement. On doit observer après un minimum indiquant la surfusion, un maximum correspondant à la cristallisation du cuivre suivi d'un

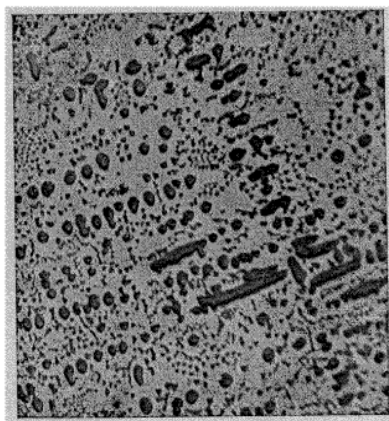


Fig. 5.

palier indiquant la solidification de l'eutectique. Si l'on provoque une solidification rapide, les cristaux de cuivre disparaissent et l'on obtient le mélange normal oxydure et eutectique, mais les cristallisations sont toujours moins nettes (fig. 5). Le cuivre paraît avoir dans ces conditions une grande tendance à la surfusion.

La fig. 4 présente une particularité d'un autre ordre, les arborescences d'oxydure y sont bordées d'une série de franges de diffraction très nettes. Elles sont dues à l'emploi d'une source de lumière presque linéaire (le filament d'une

lampe de Nernst). En mettant au point sur la première frange noire on obtient des contours très nets, mais il faut se tenir en garde contre les illusions d'optique qui peuvent en résulter.

ÉTUDE

DU REFROIDISSEMENT PENDANT LA TREMPE DE L'ACIER

PAR

M. PAUL LEJEUNE

Ce travail a été entrepris sous la direction de M. Henry Le Chatelier pour faire suite à ses études publiées en septembre 1904 dans la *Revue de Métallurgie*. Nous avons été amenés en particulier à vérifier certains résultats qui avaient soulevé les objections de M. H. Haedicke (*Stahl und Eisen*, 1^{er} novembre), relativement à l'allure des courbes de refroidissement près de leur point de départ et à la trempe au mercure.

Nous avons employé la méthode d'enregistrement photographique de M. Saladin à l'aide du galvanomètre double de M. Le Chatelier décrit dans le numéro de février 1904 de la *Revue de Métallurgie*.

Un couple thermo-électrique était fixé au centre de l'échantillon d'acier dont on étudiait la trempe. Ses deux extrémités étaient reliées aux deux bornes d'un galvanomètre, dont la déviation produisait le déplacement vertical d'un point lumineux sur la plaque photographique. Au moyen d'un deuxième galvanomètre la tache lumineuse recevait pendant l'expérience un déplacement horizontal proportionnel au temps. Nous avons donc la représentation du temps en abscisses suivant une échelle régulière, la représentation des températures en ordonnées suivant l'échelle particulière du couple.

Rappelons que l'appareil de M. Le Chatelier se compose de deux galvanomètres placés entre deux aimants horizontaux; sur les aimants et au milieu de leur longueur repose une prisme à réflexion totale dont l'arête fait 45° avec le plan horizontal; chaque galvanomètre porte une glace argentée. L'appareil est fixé sur le fond d'une boîte métallique portée par trois vis calantes et fermée antérieurement par une glace. Cette glace porte en face des miroirs des montures où sont fixées des lentilles achromatiques ayant une distance focale de 1 m. Dans ce système, l'image d'un point lumineux placé à 1 m. en avant de la première lentille donne une image à 1 m. en avant de la deuxième lentille. Le cadre du galvanomètre destiné aux mesures de températures est en fil de melchior d'une résistance totale de 200 ohms. Le second galvanomètre construit avec un fil de Cu de même diamètre et de même longueur que le fil de melchior a une sensibilité cinq fois plus grande. Dans l'emploi que nous avons fait de ce galvanomètre pour l'enregistrement du temps, une sensibilité moindre eût été suffisante, et cette latitude pourra être utilisée dans de nouvelles expériences pour rendre le galvanomètre plus parfaitement apériodique et éviter que les vibrations

accidentelles qu'il reçoit ne se prolongent pendant la durée d'une expérience et ne rendent inutilisable la courbe d'enregistrement.

Le point lumineux est obtenu de la façon suivante : une lampe Nernst enfermée dans une lanterne portant une lentille est placée devant le galvanomètre qui sert à l'enregistrement des températures, de sorte que l'image de son filament soit projetée sur le miroir. Ce réglage étant fait on place devant la lentille de la lanterne un écran percé d'un trou de 0^{mm},2 environ de diamètre. Le faisceau lumineux après réflexion sur le premier miroir traverse le prisme à 45° et tombe sur le deuxième miroir, l'image du point lumineux se forme sur la plaque photographique et nous obtenons l'enregistrement indiqué.

Le dispositif suivant a été adopté pour l'enregistrement du temps :

Un cylindre de verre de 1 m. de hauteur est fermé à sa partie inférieure par un bouchon à deux trous portant un tube en U rempli de mercure et d'un tube permettant l'arrivée d'un courant constant d'eau, provenant d'un vase de Mariotte. Le mercure monte donc dans la branche droite du tube en U proportionnellement au temps.

Cette branche contient une résistance électrique rectiligne, constituée par un fil de platine de 0^{mm},4 de diamètre tendu le long de deux génératrices d'un agitateur dont la partie inférieure est écrasée et creusée d'une rainure diamétrale. Les extrémités du fil sont soudées à l'étain à des fils de cuivre, les soudures protégées du contact éventuel avec le mercure par de la gélatine ; les fils de cuivre sortent du tube par le bouchon creusé de rainures, qui assure la fixité de l'appareil sans empêcher l'entrée de l'air. Le mercure dans cette branche est recouvert d'alcool.

Les extrémités de la résistance de platine sont reliées aux deux pôles d'une pile de trois éléments Lalande ; le deuxième galvanomètre est en dérivation aux extrémités de cette résistance. Une résistance de 100 ohms étant intercalée dans le circuit de la pile, l'intensité peut être considérée comme constante pendant l'ascension du mercure : la résistance de platine en circuit décroît proportionnellement au temps, donc aussi la différence de potentiel à ses deux extrémités ; la déviation du cadre du galvanomètre et par suite le déplacement du point lumineux sur la plaque photographique sont proportionnels au temps. La résistance de 100 ohms correspondait bien à la sensibilité du galvanomètre la pile en service étant affaiblie ; l'amplitude du déplacement horizontal du point lumineux permettait d'utiliser la longueur de 12 cm. d'une plaque photographique.

La graduation du couple platine-platine rhodié était faite au moyen des points d'ébullition de l'eau, de la naphthaline (218°) du soufre (445°) et le point de fusion de l'or (1.067°). On a obtenu sur la plaque photographique placée à 1 m. de l'appareil les hauteurs suivantes pour ces points fixes :

100	3 ^{mm} ,7
218°	8 ^{mm} ,8
445°	18 ^{mm} ,5
1.067°	51 mm.

L'extrémité du couple s'étant cassée dans un montage sur un nouvel échantillon la graduation a été renouvelée pour cette autre série d'expérience et vérifiée d'ailleurs peu différente de la précédente.

Pour le montage du couple sur les échantillons nous avons employé des tubes d'acier de 5 mm. de diamètre vissés dans l'échantillon et pénétrant jusqu'au centre. L'extrémité du couple simplement recourbée est placée dans un petit logement ménagé à la lime sur la tranche du tube et se trouve serrée contre le fond de la cavité.

Les échantillons employés étaient des cylindres d'acier Jacob Holtzer à 1,25 0/0 de carbone, ayant 15 mm. de diamètre et pour hauteurs :

Échantillon n° 1	17 mm.
— n° 2	10 —
— n° 3	75 —

Ces échantillons étaient chauffés à 850° environ dans un four électrique à résis-

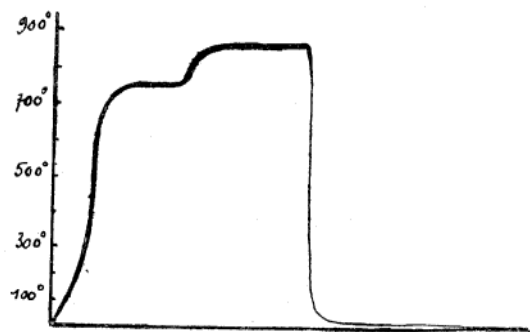


Fig. 1.

tance de fil de fer dont on surveillait la température à l'aide d'un couple thermo-électrique étalonné par le Technische Reichsanstalt de Berlin et relié à un galvanomètre Siemens et Halske.

Les bains de trempe étaient très rapprochés de l'orifice du four ; les échantillons étaient plongés très rapidement à l'aide d'un fil de fer entourant le tube protecteur du couple.

Dans les premières expériences, l'appareil construit pour la mesure du temps a montré un inconvénient. L'eau provenant du vase de Mariotte arrivait par un tube de caoutchouc à la partie inférieure du cylindre ; pour les vitesses nécessaires à l'étude des trempes il était difficile d'éviter l'entraînement de bulles d'air. L'inconvénient aurait pu disparaître en modifiant légèrement les rapports de grandeur de certaines parties de l'appareil.

Cette disposition était cependant excellente pour l'étude du chauffage des échantillons et pour les refroidissements lents.

La fig. 1 représente la courbe de chauffage jusqu'à 865° de notre échantillon n° 1 qui nous a servi à comparer les bains de trempe. La récalescence se montre

nettement à 755° . Le chauffage correspondant à la durée de 13' est suivi d'une trempe à l'eau.

La courbe relative à cette trempe, inscrite en trait plus fin a une amorce en gros trait correspondant au refroidissement dans l'air, qui a eu dans cette première expérience une durée appréciable par suite d'un défaut de manœuvre. Le temps perdu au passage dans l'air a été rendu inappréciable en employant pour tremper un fil de fer entourant le tube protecteur du couple dont l'extrémité sortant du four était saisie à la main.

La figure 2 représente la courbe de refroidissement de l'échantillon n° 3 dans un demi-litre environ de glycérine (durée 2'). La récalescence s'est produite à 730° . La courbe présente un autre palier vers 270° voisin du point d'ébullition 290° 4 du liquide pur : l'équilibre de température avait sensiblement lieu au sein de ce bain visqueux entre l'échantillon et la portion voisine en ébullition.

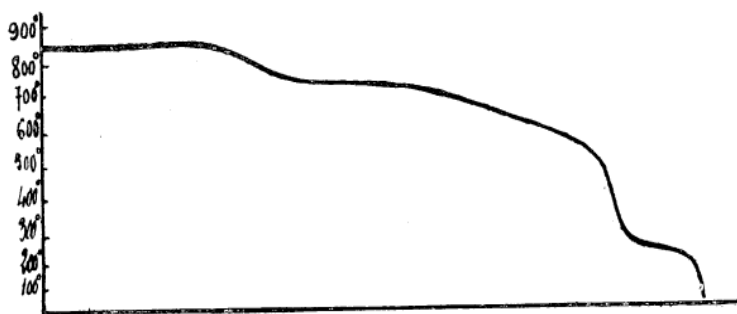


Fig. 2.

Le dispositif pour la mesure des températures, tel qu'il a été décrit a pu aussi nous fournir quelques courbes relatives à des trempes :

Pour la lecture sur la partie voisine de la verticale, des interruptions se trouvaient ménagées au moyen du balancier d'une horloge, la vis terminale passant à chaque seconde devant le diaphragme de la lanterne.

Pour la suite des expériences nous avons pu en étranglant convenablement le tube en U admettre l'eau provenant du vase de Mariotte par la partie supérieure de l'appareil. Nous prenions soin toutefois de faire couler l'eau contre la paroi et de ne donner que graduellement le débit nécessaire, pour ne pas imprimer au cadre du galvanomètre une impulsion trop brusque se traduisant sur la courbe par des oscillations.

L'axe des temps était tracé en vidant le tube à eau rempli pendant la précédente expérience. L'axe de température pouvait être ensuite tracé en mettant le couple en court circuit.

Dans une première série d'expériences nous avons vérifié et complété les résultats antérieurs, relatifs à l'influence du bain de trempe. Nous avons employé l'échantillon n° 1 de hauteur sensiblement égale au diamètre. Cet échantillon ayant subi un assez grand nombre de chauffages s'est trouvé décarburé superficielle-

ment. Pour apprécier l'erreur qui en résultait et pour l'éliminer nous avons fait des trempes à l'eau, au début, au milieu et à la fin des expériences.

Les résultats obtenus s'expriment par les tableaux suivants :

1° *Chauffage à 860°.*

Temps.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Températures.....	850	840	780	700	590	480	390	300	220	155	95
Différences.....		10	60	80	110	110	90	90	80	65	50

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 6" 8.

2° *Chauffage à 860° (fig. 3).*

Temps.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Températures.....	770	700	610	450	320	240	170	115	95
Différences.....		70	80	160	130	80	70	55	20

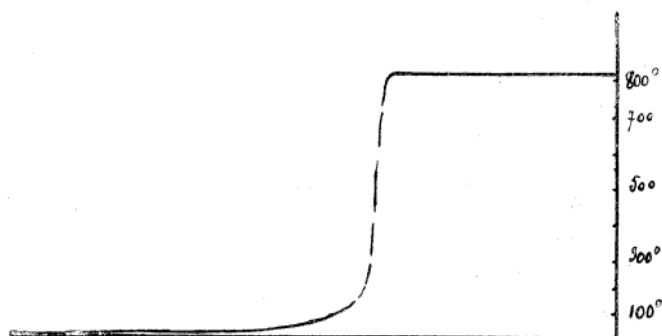


Fig. 3.

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 6" 6.

3° *Chauffage à 850°.*

Temps.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Températures.....	810	780	690	530	370	270	190	140	110	90
Différences.....		30	90	160	160	100	80	50	30	20

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 6" 4.

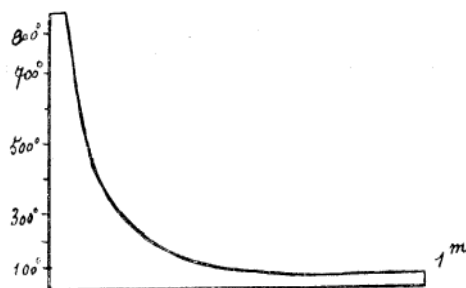


Fig. 4.

Le premier nombre 6" 8 doit servir de terme de comparaison pour la trempe suivante dans le mercure après chauffage de l'échantillon à 850° (fig. 4). Le poids

du mercure était 3 kg. Il était immergé dans un vase contenant 1 l. d'eau. La durée de la trempe a été d'une minute.

Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Températures	840	820	770	680	590	500	440	380	320	280	250
Différences		20	50	90	90	110	60	60	40	40	30
Temps					12	14	16	18	20		
Températures					200	170	140	120	100		

La durée du refroidissement 700°-100° a été 17" 2.

Nous avons obtenu pour des trempes dans 3^{kg},75 de mercure au milieu et à la fin des expériences une durée moyenne de 16 secondes.

Le rapport de la durée 17" 2 à celle 6" 8 de la trempe à l'eau correspondante soit 2,53 est très voisin du rapport 2,6 des nombres 6 secondes et 16 secondes cités par M. Le Chatelier pour des expériences analogues.

M. H. Haedicke met en doute ce résultat et paraît vouloir incriminer le dispositif expérimental. Il oppose cette constatation qu'il a faite que des fils d'acier subissent la trempe dans le mercure à 100°, alors qu'ils restent flexibles après refroidissement dans l'eau à 100°, à partir de la même température de chauffage. Ce résultat n'est pas contraire aux expériences de M. Le Chatelier qui comprenaient un refroidissement dans l'eau à 100°. La courbe correspondante que M. Haedicke a pris soin d'autre part de construire avec une échelle régulière de température est notablement moins inclinée dans sa première partie que celle relative au mercure à température ordinaire.

M. Le Chatelier avait d'ailleurs noté à l'occasion de la trempe à l'eau bouillante un fait particulier : l'ébullition tumultueuse autour de l'échantillon, accompagnée de projections du liquide hors du vase est en rapport avec la lenteur du refroidissement. Ceci se trouve corroboré par la trempe suivante dans l'alcool, l'échantillon ayant été chauffé à 820°.

Temps	0	5	10	15	20	25	30
Température	820	790	680	520	370	230	100
Différences		30	110	160	180	140	130

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 21 secondes.

La trempe a été faite dans 1/2 l. d'alcool à 95°, la partie supérieure du vase était remplie d'acide carbonique, par prudence. Nous avons pris comme terme de comparaison une trempe dans le même volume d'eau contenu dans le même vase qui nous a donné une durée de 10 secondes.

Or l'évaporation tumultueuse au sein du liquide a lieu très nettement dans l'alcool et se prolonge notablement. Une gaine de vapeur importante se trouve donc interposée entre le liquide et le métal ; les viscosités étant de même ordre pour l'alcool et l'eau, on doit tout en faisant la part de la chaleur spécifique attribuer la part prépondérante à ce facteur.

Cette constatation peut donner d'ailleurs un moyen de comparer sans appareil enregistreur les bains de trempe, l'évaporation cessant quand les parois de l'échantillon atteignent la température d'ébullition du liquide. Un échantillon de 1 cm³ d'acier chauffé au rouge et trempé dans l'eau pure pendant 3 secondes. Dans l'alcool il produit une évaporation tumultueuse, nettement terminée au bout de 15 secondes par un sifflement.

Dans cet ordre d'idées nous avons encore fait l'expérience comparative suivante :

Un échantillon d'acier à 0,85 0/0 de carbone sensiblement de mêmes dimensions que l'échantillon n° 1 est chauffé dans une flamme de bec Bunsen jusqu'au cerise naissant. Trempe dans un vase à large fond contenant 6 ,5 de mercure pendant 5 secondes, puis vivement plongé dans un vase voisin contenant de l'eau, il fuse encore pendant 2 à 3 secondes. Chauffé le même temps de la même façon — jusqu'au même éclat — et plongé dans un vase identique contenant le même volume d'eau, il y fuse précisément 5 secondes. Déjà en employant un aussi petit échantillon aucun doute n'est permis sur le sens de l'inégalité des durées de trempe.

Une telle expérience, facilement réalisable, et susceptible de quelques améliorations au gré de l'expérimentateur eût évité à M. Haedicke de mettre en doute les résultats d'une méthode plus précise. Ses expériences faites dans des conditions essentiellement particulières ne pouvaient lui permettre d'apprécier des résultats obtenus dans de toutes autres circonstances.

Le fait qu'il y a un petit effort à vaincre pour plonger l'échantillon dans le mercure a été cité comme une cause d'erreur possible : le temps perdu pour avoir l'immersion complète, même dans le cas où l'observateur eût été surpris de la résistance du mercure, eût été bien inférieur à une seconde, et la fausse manœuvre eût été d'ailleurs évitée à l'expérience suivante. Au sujet de l'état de la surface extérieure de nos échantillons nous citerons que sans avoir été spécialement polis pour la trempe au mercure, nos échantillons ont été pris à l'état neuf et que l'oxyde produit à chaque opération était soigneusement enlevé par grattage.

Nous citerons encore dans cette série d'expériences une trempe au xylol dont l'idée nous a été suggérée par le résultat obtenu avec l'alcool. La viscosité du xylol comme sa chaleur spécifique sont moindres, mais le point d'ébullition notablement plus élevé. Nous avons obtenu pour une trempe dans le même vase et le même volume une courbe intermédiaire entre celles données par l'eau et l'alcool, soit une durée de 12 secondes pour l'intervalle 700°-150° (alcool 19 secondes).

L'échantillon avait été chauffé à 880°. Il est à noter que lorsque la production de bulles a cessé, le refroidissement est plus rapide dans l'alcool que dans le xylol de sorte qu'en prenant pour mesure l'intervalle 700°-100°, on aurait 27 secondes pour la dernière trempe vis-à-vis de 21 secondes pour la trempe dans le même volume d'alcool. Ceci doit être attribué à la plus faible chaleur spécifique du xylol ; dans cette dernière expérience l'échantillon chauffé d'ailleurs à une température supérieure (880° au lieu de 820°) a pu échauffer considérablement le liquide.

Nous avons recommencé la trempe dans le même volume de xylol avec l'échantillon n° 2 (hauteur 10 mm.) chauffé à 740°.

Échantillon n° 2.

Trempé à 740° dans 1/2 l. de xylol :

Temps.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8-	8,4-13,3
Températures.....	700	630	530	400	315	260-220-190-160-150-100				

L'intervalle 700°-150° a été franchi en 8" 4, l'intervalle 700°-100° en 13" 3.

La dernière partie de la courbe a été plus voisine de l'horizontale que dans le cas précédent.

Pour cet échantillon la trempe à l'eau nous a donné les résultats suivants (chauffage 850°) :

Temps.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Températures.....	760	620	470	380	290	240	200	160	130	105

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 9 secondes.

Influence de la viscosité du bain de trempe. — Dans une deuxième série d'expériences, nous avons cherché à ajouter de nouveaux résultats relatifs à l'influence de la viscosité du bain.

Nous avons employé des mélanges d'eau et de glycérine dont nous pouvions faire varier la viscosité d'une façon continue et nous avons intercalé dans cette série un bain d'huile de colza et une solution de gélatine à 10/0. Nous avons comparé les viscosités en mesurant la durée d'écoulement d'une pipette de chaque liquide. Pour les bains peu visqueux nous avons pris une pipette de 10 cm³ dont le tube d'écoulement long d'un centimètre et demi avait été effilé ; pour les liquides visqueux comme l'huile et la glycérine nous avons pris une pipette de 25 cm³ dont le réservoir était terminé inférieurement par une partie conique et une partie tubulaire assez courte. Ces déterminations étaient faites sur les bains de trempe eux-mêmes au moment de les employer, la température des bains étant celle du laboratoire qui a varié de 7° à 10°. Ces chiffres ne doivent pas être rapprochés des déterminations précises des coefficients de viscosité. L'huile de colza était épaissie par des trempes précédentes et pour quelques bains la glycérine employée avait également servi.

Nous donnons sous forme de tableau les deux séries de déterminations.

	Durée d'écoulement	Viscosité relative		Durée d'écoulement	Viscosité relative
Eau	150"	1	Eau.....	20"	1
Eau glycinée à 2 0/0 (du poids).	158	1,05	Huile	120	6
— 10 0/0 —	170	1,13	Gélatine.....	300	25
— 20 0/0 —	240	1,33	Glycérine.....	720	36
— 50 0/0 —		1,6			
Alcool	180	1,20			
Xylol	117	0,78			

Pour l'eau additionnée de 2 0/0 de glycérine (fig. 5), dont la viscosité a d'ailleurs peu varié nous n'avons pas eu de différence notable avec la troisième trempe à l'eau effectuée immédiatement après : soit 6" 4 pour la durée de refroidissement 700°-100° (volume du bain : 2 l.).

Dans l'eau glycinée à 10 0/0 nous avons eu après chauffage de l'échantillon à 750° la chute de température suivante, notée de seconde en seconde :

750-730-480-370-300-240-195-150-120-100

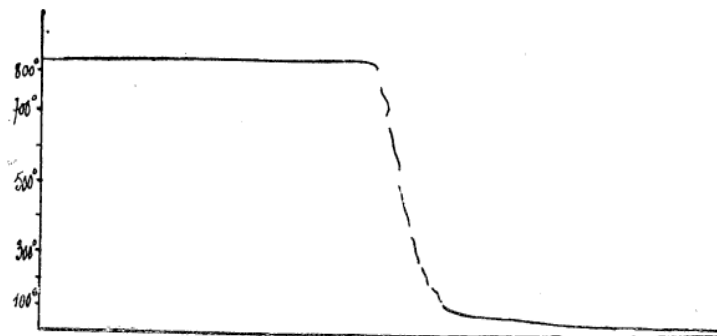


Fig. 5.

Avec la solution à 20 0/0 de glycérine, (chauffage 840°) (fig. 6) :

840-800-750-680-580-390-310-250-200-155-125-100

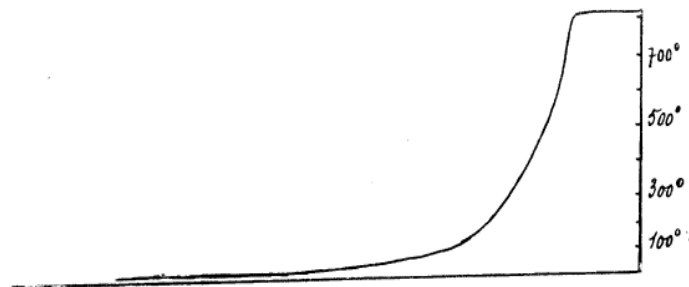


Fig. 6.

Avec la solution à 50 0/0 de glycérine (chauffage 810°) (fig. 7) :

810-780-690-590-520-440-380-270-250-210-170-140-110-100



Fig. 7.

Les durées de la chute 700°-100° sont respectivement 6'' 5, 8'' 2, 10'' 3, 11'' 3

Les variations de viscosité sont de même allure que ces variations de durée.
Mais ces premières expériences ne sont pas assez précises pour permettre de discerner une loi.

La trempe à l'huile (fig. 8) après chauffage de l'échantillon à 850° nous a donné la chute de température suivante :

Temps	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10
Températures.....	830-790-740-680-600-520-470-420-390-360									
Temps	15	20	25	30						
Températures	270	220	170	150						

L'intervalle 700°-150° a été franchi en 27" 5.

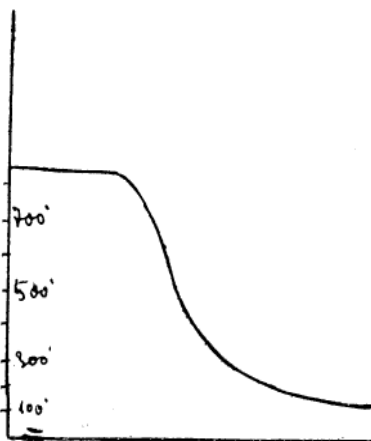


Fig. 8.

Nous avons réalisé une solution aqueuse de 90 0/0 de glycérine dont la viscosité était la même que celle de notre bain d'huile.

La trempe dans ce bain de l'échantillon chauffé à 850° nous a donné la chute de température suivante :

700-660-640-580-520-470-425-380-340-300-	
270-225-205-275-150-125-110-100-90	

Soit une durée de 11" 3 pour l'intervalle 700°-150°. La différence doit être attribuée à la plus grande chaleur spécifique de ce mélange dont l'influence se manifeste surtout dans la dernière partie du refroidissement.

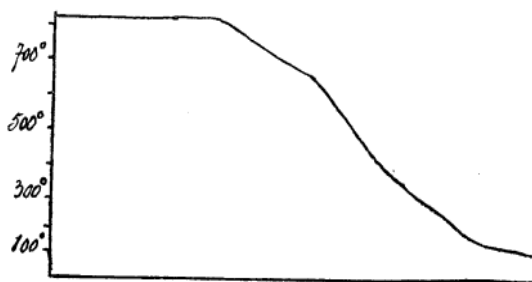


Fig. 9.

Dans 2 litres de solution de gélatine à 1 0/0 (fig. 9) nous avons eu le refroidissement suivant :

Temps	0	5	10	15	20	25	30
Températures	820	700	580	410	230	190	100

Enfin la glycérine nous a donné la chute de température suivante à partir de 820°.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	25'' 7
790	750	700	650	600	550	470	400	330	280	150

Influence des dimensions et de la forme de l'échantillon. — Nous avons comparé quelques-uns des résultats précédents à ceux obtenus dans les mêmes conditions avec les échantillons n° 2 et n° 3 dont la hauteur était pour l'un, les deux tiers du diamètre et pour l'autre cinq fois le diamètre.

Échantillon n° 2.

Trempé à 840° dans 2 litres d'eau :

Temps	0	1	2	3	4	5	6
Températures	720	600	420	300	210	140	100

L'intervalle 700°-100° a été franchi en 5'' 7.

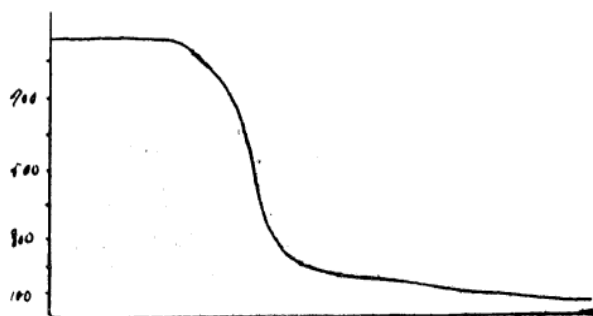


Fig. 10.

Trempé à 850° dans 2 litres d'huile (fig. 10) :

Temps	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Températures	850	800	700	380	210	140	120	110	100

L'intervalle 700°-150° a été franchi en 15 secondes.

Trempé à 820° dans 2 litres de glycérine :

0	5	2	3	4	5	6	7	8	9-17-26''
790	750	680	640-580-510-440-390-340-300	100	150				

L'intervalle 700°-150° a été franchi en 15'' 3.

Trempé à 830° dans la gélatine :

0	5	10	15	20	25
820	700	500	300	150	100

Échantillon n° 3.

Trempé à 790° dans 2 l. d'eau :

Temps	0	5	10	15	20	23'' 4
Températures	790	700-680-560-460-360	270	190	120	100

Trempé à 850° dans 3^{kg},75 de mercure :

Temps	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Températures	850	680	480	405	340	290	245	190	165	135	110	105

Trempe à 880° dans 2l. de glycérine :

Temps.....	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Températures.....	880	770	660	550	450	380	320	280	240	215
Temps.....					50	55	60	65		
Températures.....					200	185	160	150		

Cette série d'expériences a ses résultats exprimés par le tableau suivant, où l'on a écrit en 1^{re}, 2^e et 3^e colonne les durées des trempes, en 3^e et 4^e colonne les rapports des durées à celles observées pour l'échantillon n° 1.

		Rapports				
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 2	N° 3
Eau	700-100°	6" 8	5" 7	18" 4	0,86	2,7
Mercure	700-100°	17,3	"	52,3	"	3,1
Glycérine	700-150°	23,7	15,3	58	0,64	2,4
Xylol	700-150°	12,6	8,4	"	0,66	"
Gélatine	700-100°	27	20	"	0,74	"
Huile	700-150°	"	"	"	0,65	"

Les expériences de M. Le Chatelier ont montré que les vitesses de refroidissement sont proportionnelles aux dimensions linéaires pour des échantillons géométriquement semblables, comme il pouvait être prévu, la quantité de chaleur à enlever étant proportionnelle au volume, et la quantité de chaleur enlevée par unité de temps devant varier à peu près proportionnellement à la surface totale.

Les rapports du volume à la surface extérieure de ces échantillons peuvent être représentés par les nombres : 1 ; 0,928 ; 1,484.

Les hauteurs sont entre elles comme les nombres : 1 ; 0,58 ; 4,2.

Les durées des différents trempes s'expriment par une série de nombres intermédiaires, 1 ; 0,7 ; 2,7.

Il est à noter que pour notre échantillon n° 3, les tranches situées à différentes hauteurs se trouvent pendant la trempe dans des positions très différentes par rapport au liquide.

CONCLUSIONS

Nous avons cherché à tirer parti des ressources offertes par le galvanomètre double de M. Le Chatelier pour l'étude des traitements thermiques des aciers.

Nous avons expérimenté une disposition indiquée par ce savant pour utiliser un des galvanomètres à la mesure du temps et l'avons appliqué à l'enregistrement de phénomènes de durée très variables ; cette méthode permet de se rendre compte des particularités du chauffage et des trempes.

Nous avons vérifié les résultats obtenus par M. Le Chatelier avec un dispositif expérimental un peu différent et trouvé particulièrement que la trempe dans de faibles volumes de mercure, comme elle se pratique pour les instruments de chirurgie, est plus lente que la trempe à l'eau.

Les courbes relatives à des trempes lentes que nous publions montrent nettement un raccordement de leur partie supérieure avec l'horizontale de la température de chauffage. Le raccordement n'apparaît pas sur les courbes relatives à la trempe à l'eau et au mercure de petits échantillons. Cependant le seul examen

des interruptions de seconde en seconde nous fait apprécier que la concavité de la courbe est d'abord tournée vers l'axe des temps et qu'il y a une inflexion entre 500° et 600°. La vitesse croît jusqu'à un maximum; aucun raisonnement ne nous fait supposer qu'elle ne parte pas d'une valeur nulle dans ces deux cas isolés. Le fait que l'échantillon fuse immédiatement n'implique pas la chute brusque de la température au centre de l'échantillon, où se trouve le couple.

Nous avons montré à l'aide des mélanges d'eau et de glycérine que les variations de durées des trempes avaient la même allure que les variations de viscosité. L'exemple de l'alcool et celui du xylol, la comparaison de l'huile et des mélanges à forte teneur en glycérine ont appelé notre attention sur les rapports de la chaleur spécifique et de l'ébullition du liquide avec l'une et l'autre parties de la courbe.

Nous avons cherché à mettre en évidence des coefficients caractéristiques de la forme de l'échantillon pour le cas simple de cylindre dont la hauteur est cinq fois le diamètre ou ses deux tiers.

Nous avons montré incidemment comment la durée de la formation de bulles autour de l'échantillon pouvait servir à comparer quelques bains de trempe.

Ce travail ne présente donc ni une théorie du refroidissement ni des résultats immédiatement utilisables dans la pratique, mais il se rapporte à une nouvelle méthode d'investigation qui peut être adjointe à l'étude métallographique, aux essais de dureté, aux dosages de carbone de trempe.

ACIERS A L'ALUMINIUM

PAR

M. L. GUILLET

AVANT-PROPOS

Les aciers à l'aluminium ont déjà été le sujet d'importantes recherches de la part de M. Hadfield.

Dans un mémoire publié par le *Journal of the Iron and Steel Institute* en 1890, ce savant métallurgiste étudia l'influence de l'aluminium sur les propriétés de l'acier. Il fut conduit aux conclusions suivantes :

Un acier peut contenir jusqu'à 5,60 0/0 d'aluminium sans que la malléabilité cesse. Dans les aciers à basse teneur en aluminium les allongements et la striction sont très élevés. A partir de 1,5 0/0 d'aluminium les allongements baissent. La limite élastique n'est pas élevée par une légère addition d'aluminium ; la dureté n'est pas non plus altérée.

M. Hadfield fut conduit aussi à comparer les aciers à l'aluminium et ceux au silicium et il leur trouva de nombreux points de ressemblance.

M. Osmond, prenant part à la discussion de ce mémoire, attira l'attention sur le fait suivant : la courbe de refroidissement d'un acier de M. Hadfield à 5 0/0 d'aluminium ne montre pas de point A_3 ; bien qu'il ne contienne pas de carbone ; il faut conclure que l'aluminium maintient le fer, sinon en totalité, du moins en grande partie, à l'état de la température ordinaire au point de fusion.

Nous verrons que ce résultat se trouve bien confirmé par notre travail.

Nos recherches sur les aciers à l'aluminium ont porté sur deux séries distinctes : l'une renferme 0,150 de carbone environ ; l'autre environ 0,750 de carbone. Dans chaque série l'aluminium va en croissant de 0 à 15 0/0.

Ces aciers ont été préparés aux aciéries d'Imphy et analysés aux laboratoires de cette usine.

Le tableau suivant résume leur composition.

Aciers à l'aluminium.

SÉRIE I

C	Al	Mn	Si	S	P
0,065	0,507	traces	traces	0,013	0,029
0,113	1,083	—	0,070	0,014	0,016
0,168	2,045	—	traces	0,022	0,008
0,134	3,050	—	0,105	0,013	0,016
0,168	5,077	0,083	0,140	0,017	0,024
0,083	7,180	0,057	0,117	0,015	0,020
0,123	9,250	0,045	0,105	0,025	0,032
0,096	15,03	0,350	0,326	0,028	0,035

SÉRIE II

C	Al	Mn	Si	S	P
0,736	0,045	0,100	0,140	0,008	0,015
0,669	1,052	0,141	0,198	0,012	0,068
0,796	1,094	0,208	0,362	0,014	0,013
0,691	2,890	0,152	0,186	0,018	0,006
0,815	4,650	0,122	0,221	0,024	0,024
0,663	7,0	0,140	0,256	0,025	0,050
0,666	9,45	0,091	0,116	0,024	0,034
0,860	14,90	0,398	0,232	0,018	0,032

Les aciers de la 1^{re} série se forgent tous excepté le dernier.

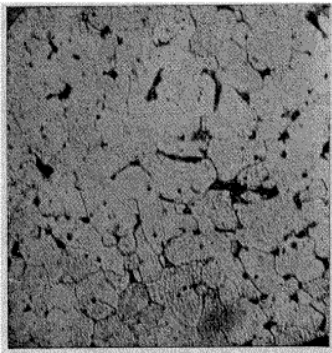
Les aciers de la 2^e série se sont tous forgés.

1° Aciers bruts de forge.

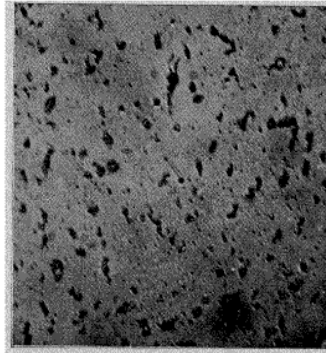
A. — Micrographie.

Série I. — Toutes les attaques ont eu lieu à l'acide picrique, à moins d'indications contraires.

L'acier à 0,3 0/0 d'aluminium est formé de ferrite et de perlite; mais cette perlite présente un caractère un peu spécial : elle est beaucoup moins déliée que



Phot. 1. — C = 0,085 Al = 0,50
Perlite fine
G = 200 d.



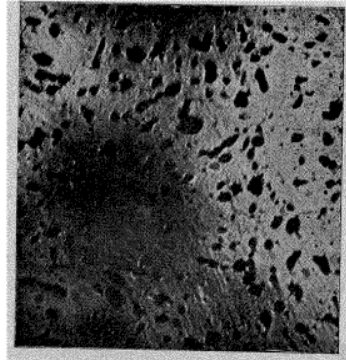
Phot. 2. — C = 0,134 Al = 3,05
Perlite granulaire
G = 200 d.

dans les aciers au carbone ordinaire (phot. 1). Ce caractère de la perlite s'accroît nettement avec la dose d'aluminium. Dans l'acier à 3 0/0, la perlite ne forme plus que des amas noirs n'ayant plus l'aspect lamellaire sous les plus forts grossissements (phot. 2). Cela a lieu *à fortiori* dans l'acier à 5 0/0 d'aluminium (phot. 3).

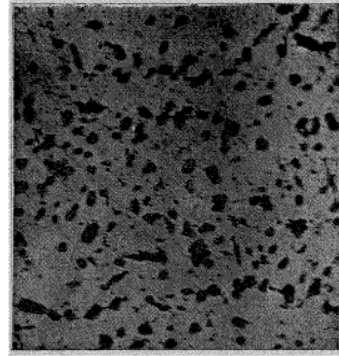
A 7 0/0 on se trouve en présence d'un filet qui apparaît en noir par l'acide picrique et qui forme le contour des polyèdres. C'est de la perlite très compacte ou même de la sorbite (phot. 5).

Un point important à retenir est le suivant :

Cette perlite spéciale apparaît par polissage en bas-relief et cela d'autant mieux que la teneur en aluminium est plus élevée et que, partant, elle est plus compacte; de même la coloration qu'elle prend dans l'attaque au picrate de soude,



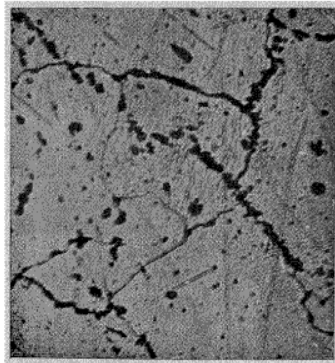
Phot. 3. — C = 0,168 Al = 5,07
Perlite granulaire
G = 200 d.



Phot. 4. — C = 0,168 Al = 5,07
Attaque au picrate de soude
Perlite (?) se colorant
G = 200 d.

soude, laquelle est grise pour les plus faibles teneurs en aluminium, devient noire pour les teneurs élevées comme si l'on était en présence de cémentite (phot. 4).

En tous les cas il ne saurait être question ici de graphite puisque le polissage ne fait apparaître le constituant qu'en blanc.



Phot. 5. — C = 0,083 Al = 7,18
Perlite (?) granulaire
G = 200 d.



Phot. 6. — C = 0,736 Al = 0,45
Perlite
G = 200 d.

A 15 0/0 on se trouve en présence d'une microstructure absolument nouvelle: l'attaque à l'acide picrique ne donne rien qui soit net; l'eau régale diluée donne des polyèdres plus ou moins grossiers (l'acier ne se lamine pas), dans

lesquels on distingue quelques points blancs. Nous n'avons pas vu de graphite dans cet acier. L'attaque au picrate de soude en solution sodique fait apparaître tous ces points blancs en noirs.

Nous sommes en présence d'un constituant qui, *à priori*, se rapproche beaucoup de la cémentite.

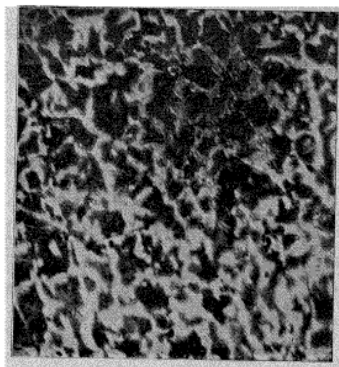
Série II. — La structure particulière que nous avons trouvée pour les aciers perlitiques de la première série, nous allons la rencontrer à nouveau dans les aciers à haute teneur en carbone.

L'acier de cette série à 0,45 0/0 d'aluminium présente une perlite assez nette (phot. 6).

L'acier à 1 0/0 d'aluminium présente une perlite beaucoup plus compacte.



Phot. 7. — C = 0,796 Al = 1,09
Perlite + ferrite
G = 200 d.



Phot. 8. — C = 0,815 Al = 4,65
Perlite + ferrite
G = 200 d.

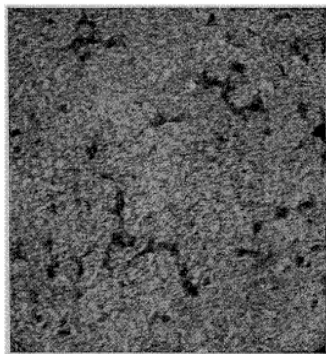
Dans l'acier à 1,09 0/0 d'aluminium il semble que les zones blanches obtenues dans la photographie soient en quantités supérieures à celles d'un acier ordinaire à 0,796 0/0 de carbone (phot. 7).

Il faut même noter que cet acier contient plus de carbone (0,796 0/0) que le premier (0,736 0/0) et malgré cela les zones blanches de ferrite sont moins nombreuses dans ce dernier. Ceci est encore beaucoup plus net dans l'acier à 2,9 0/0 d'aluminium qui renferme 0,691 0/0 de carbone; si l'on rapprochait la microstructure de cet acier de la gamme des aciers au carbone, on conclurait à une teneur en carbone d'environ 0,500. Mais ce fait semble trouver une explication logique dans la compacité de la perlite.

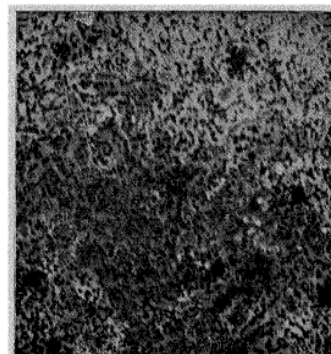
La même observation doit être faite pour l'acier à 0,815 0/0 de carbone et 4,65 0/0 d'aluminium (phot. 8).

A 10 0/0 d'aluminium, on trouve une texture toute spéciale; l'attaque à l'acide picrique précise des petits grains blancs qui apparaissent déjà après polissage et montre des petits amas noirs, très peu nombreux, d'ailleurs, de perlite (phot. 9). L'attaque au picrate de soude en solution sodique colore tous les petits grains en noirs; tandis que les amas de perlite apparaissent en gris pâle (phot. 10).

Nous nous trouvons en présence du constituant spécial que nous avons rencontré dans la première série ; ses caractères sont encore ici ceux de la cémentite.

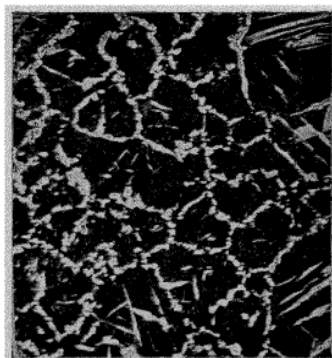


Phot. 9. — $C = 0,666$ $Al = 9,15$
Attaque à l'acide picrique
Cémentite et un peu de perlite
 $G = 200 d.$

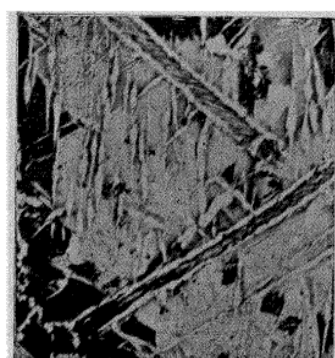


Phot. 10. — $C = 0,666$ $Al = 9,15$
Attaque au picrate
Cémentite fine en noir
Le fond blanc doit être de la ferrite
 $G = 200 d.$

L'acier à 15 0/0 d'aluminium, qui ne laisse rien voir qui soit net dans l'attaque à l'acide picrique, montre après action de l'eau régale diluée des zones très blanches, lesquelles attaquées par le picrate de soude apparaissent en noir foncé comme la cémentite.



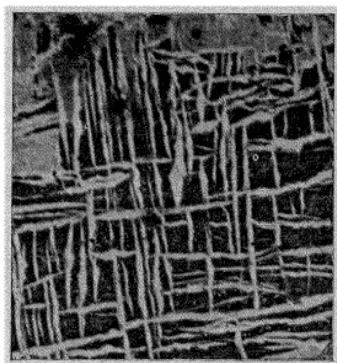
Phot. 11. — $C = 0,890$ $Al = 15,2$
Attaque à l'acide picrique
Perlite + ferrite + aiguilles blanches (?)
 $G = 200 d.$



Phot. 12. — $C = 0,890$ $Al = 15,2$
Attaque à l'acide picrique.
Autre région
 $G = 200 d.$

Nous avons observé d'autres aciers à l'aluminium ; nous citerons notamment un acier à 0,247 0/0 de carbone et 15,9 0/0 d'aluminium. Cet acier donne un aspect assez semblable à celui que nous venons de définir. L'attaque à l'acide picrique montre de la perlite ; l'attaque au picrate de soude met en évidence de la cémentite, fait des plus anormaux dans un acier à aussi basse teneur en carbone (phot. 14 et 15).

Un autre acier à 0,890 0/0 de carbone et 15,2 0/0 d'aluminium a donné des résultats absolument anormaux. L'attaque à l'acide picrique donne généralement un liseré blanc avec de la perlite compacte et de plus quelques aiguilles assez fines et très blanches (phot. 11); l'attaque au picrate de soude colore en gris la

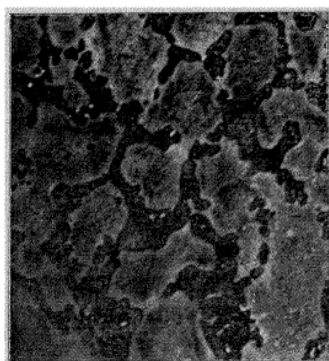


Phot. 13. — C = 0,890 Al = 15,2
Attaque au picrate
Même région que la précédente.
G = 200 d.



Phot. 14. — C = 0,247 Al = 15,97
Attaque à l'eau régale
Perlite et cémentite.
G = 200 d.

perlite et laisse en blanc l'aiguille et le liseré. On devrait conclure en laissant de côté la question du constituant aciculaire à de la ferrite entourant la perlite. Mais il y a au centre de la barre une région toute particulière et fort intéressante. Après polissage, on y distingue de très nombreuses aiguilles semblables à celles déjà



Phot. 15. — C = 0,247 Al = 15,97
Attaqué au picrate
Cémentite en noir.
G = 200 d.

signalées sur les bords de l'acier, mais beaucoup plus développées; l'attaque à l'acide picrique ne colore ni les aiguilles ni la partie environnante (phot. 12). Si on vient à attaquer au picrate de soude en solution sodique tout le fond se colore en noir foncé les aiguilles restent très blanches (phot. 13).

Cet échantillon hétérogène est fort curieux, il semble que la première région soit formée de perlite et de ferrite laquelle ne devrait pas exister dans un acier à 0,890 0/0 de carbone et que la seconde comprenne le premier constituant spécial déjà signalé, lequel a les caractères de la cémentite, et un nouveau corps qui peut être une combinaison fer-aluminium et qui, d'ailleurs, apparaît en petites quantités dans la première région.

En résumé l'on voit que l'aluminium entre en solution dans le fer, que cette solution empêche la perlite de se développer et la force à prendre une forme granulaire. Il ne se forme pas de graphite, comme on aurait pu le croire, étant donné que l'aluminium précipite le carbone dans les fontes.

Lorsque la teneur en carbone et le pourcentage en aluminium sont assez importants, on trouve un constituant qui a les caractères de la cémentite.

Nous verrons que les expériences de trempe et de cémentation paraissent bien confirmer que l'on est en présence de ce constituant.

Propriétés mécaniques.

Essais à la traction.

SÉRIE I

COMPOSITION		R	E	A 0/0	Σ
Carbone	Aluminium				
0,085	0,50	37,1	26,7	35	68,0
0,113	1,08	40,8	33,6	30	63,2
0,168	2,04	44,5	27,9	28	66,7
0,134	3,05	41,4	27,4	23,5	32,9
0,168	5,07	50,7	34,4	21	45,9
0,083	7,18	46,1	40,9	2	0

Le tableau suivant donne le résultat des essais à la traction sur la série I (aciers normaux, c'est-à-dire recuit à 900° et refroidis lentement).

Ces résultats démontrent que l'aluminium a peu d'influence sur les propriétés mécaniques des aciers tant qu'il ne dépasse pas 3 0/0. En effet les variations que l'on rencontre dans les résultats sont dues en partie aux variations de la teneur en carbone. Cependant les charges de ruptures sont peut-être un peu augmentées. A 3 0/0 d'aluminium il y a une diminution sensible dans les allongements de la striction. A 5 0/0 il faut noter une légère augmentation dans la charge de rupture et les allongements continuent à baisser; à 7 0/0 ils sont très fragiles étant donné surtout le bas pourcentage en carbone de ces aciers.

Donc l'aluminium n'a pas une grande influence sur la charge de rupture et la limite élastique; mais il entraîne une diminution très nette des allongements et des strictions qui coïncide avec le moment où la perlite devient granulaire.

Les aciers à basse teneur en aluminium possèdent de très jolies cassures. Mais à 5 et à 7 0/0 d'aluminium en note de très gros grains.

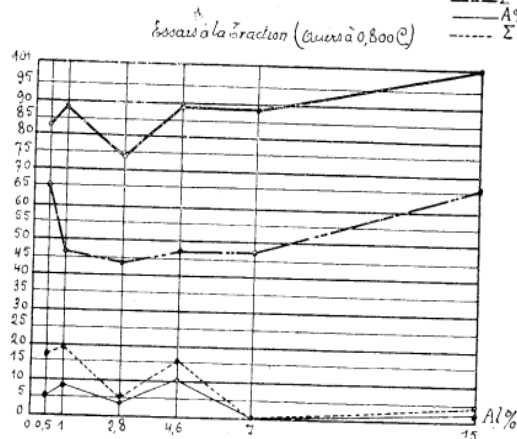
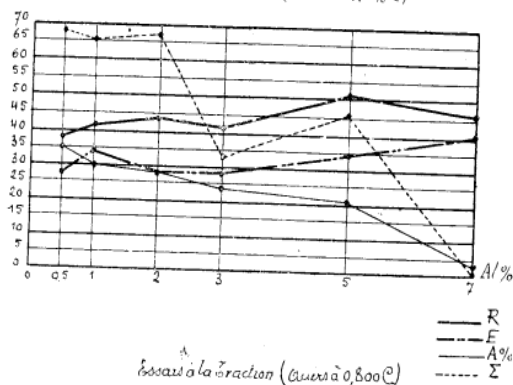
SÉRIE II

Le tableau suivant résume les résultats des essais à la traction sur les aciers de la deuxième série.

COMPOSITION		R	E	A 0/0	Σ
Carbone	Aluminium				
0,736	0,45	83,3	45,8	5	17,3
0,669	1,05	88,8	46,6	9	20,5
0,694	2,89	73,8	43,6	4	4,5
0,815	4,65	88,8	46,7	11	15,4
0,663	7,00	89,4	68,4	0	0
0,860	14,90	101,9	66,2	3	4,2

Aciers à l'aluminium.

Essais à la traction (Charges à 0,150% C)



On retrouve ici la même influence de l'aluminium que dans la première série.

Il est difficile de dégager l'influence de l'aluminium sur la charge de rupture, vu les variations de la teneur en carbone. Il semble toutefois y avoir une cer-

taine augmentation. Les allongements diminuent nettement quand apparaît le constituant semblable à la cémentite.

Essais au choc et à la dureté

SÉRIE I

COMPOSITION		Nombre de kilogrammètres	Chiffre de Brinell
Carbone	Aluminium		
0,085	0,501	29	81
0,113	1,083	26	105
0,168	2,045	2	118
0,134	3,050	2	131
0,168	5,077	0	143
0,083	7,18	0	159

Ces essais montrent que l'aluminium ne diminue pas sensiblement la résistance au choc lorsqu'il se trouve en quantités très faibles; mais dès qu'il atteint 2 0/0 la fragilité devient énorme, c'est le moment où la perlite devient extrêmement compacte et ne remplit plus son rôle de ciment. Quant à la dureté, très faible au début, elle croît petit à petit lorsque le pourcentage en aluminium augmente; l'aluminium qui se trouve en solution dans le fer durcit ce métal.

SÉRIE II

COMPOSITION		Nombre de kilogrammètres	Chiffre de Brinell
Carbone	Aluminium		
0,736	0,450	2	228
0,669	1,052	2	212
0,796	1,094	0	223
0,691	2,890	0	228
0,815	4,65	0	277
0,663	7,00	2	217
0,860	14,90	2	277

On voit que tous ces aciers sont fragiles et d'une dureté relativement peu élevée.

2° Aciers trempés.

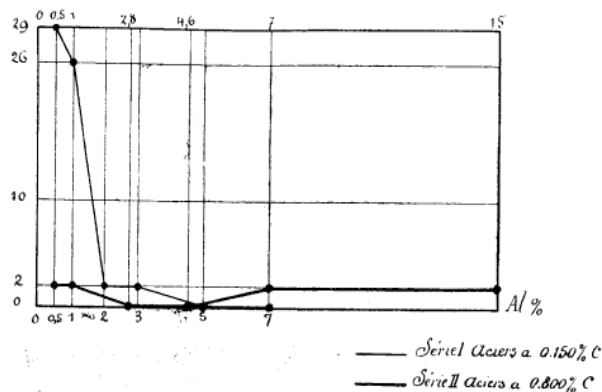
Micrographie.

L'étude micrographique des aciers à l'aluminium trempés est très intéressante.

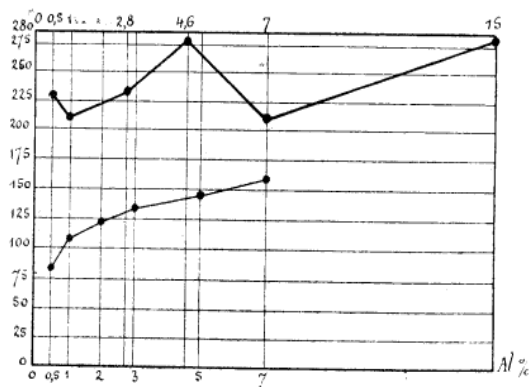
Si l'on vient à tremper à 850° dans l'eau un acier à l'aluminium de la première série renfermant moins de 10 0/0 d'aluminium et si on l'attaque, après polissage, à l'acide picrique, on trouve que les aciers laissent encore voir une espèce de perlite ou du moins un constituant qui occupe la même place que la perlite, mais qui apparaît en beaucoup plus clair (phot. 16 et 17). Si l'on examine à fort grossissement ce constituant on voit que certaines parties sont très claires et d'autres

Aciers à l'aluminium normaux.

Essais au Choc



Essais à la Dureté



plus rares très foncées rappelant absolument la perlite compacte des aciers à l'aluminium bruts de forge et qui se trouvent sur le bord même de ces amas.

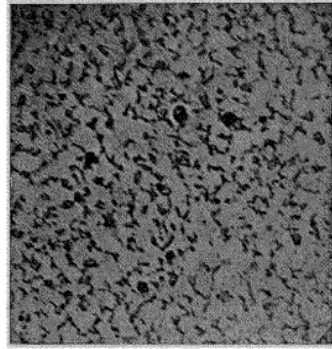
Plus la teneur en aluminium est élevée, plus ce constituant est peu étendu. Une série d'essais nous a montré qu'en tous les cas, la partie transformée occupe les mêmes espaces que la perlite primitive.

D'autre part, en trempant à 850° un acier préalablement recuit à 1.200° pendant quatre heures, de façon à développer la perlite, comme nous le verrons plus loin, nous avons pu examiner la constitution de l'acier trempé et nous avons nettement distingué dans chaque amas du constituant spécial les aiguilles extrêmement fines caractéristique de la martensite; mais dans ces amas on trouve assez souvent des parties qui ne sont pas transformées et qui ressemblent à de la sorbite.

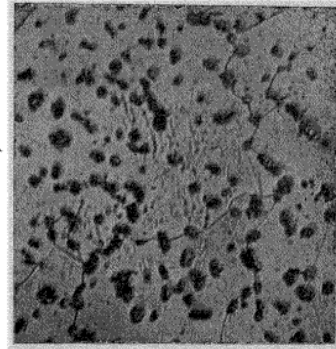
Quelle que soit la température de trempe, le résultat est sensiblement le même.

On doit donc conclure que, dans la trempe, des aciers à l'aluminium renfermant moins de 10 0/0 d'aluminium on obtient de la martensite; mais cette martensite ne se forme que là où se trouvait de la perlite.

Il faut donc admettre que la *solution fer-aluminium n'est pas susceptible de dissoudre le carbone.*

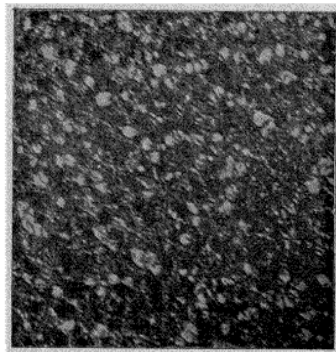


Phot. 16. — $C = 0,168$ $Al = 2,04$
Trempe à 85° dans l'eau
La transformation par trempe n'a atteint
l'acier que là où existait la perlite.
 $G = 200 d.$

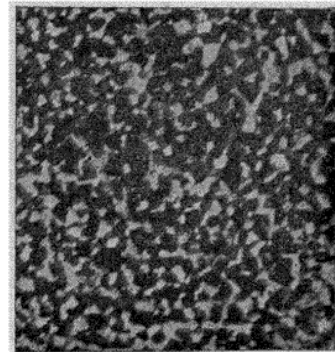


Phot. 17. — $C = 0,134$ $Al = 3,05$
Trempe à 850° dans l'eau
La trempe donne à la place de la perlite
des amas blancs bordés de noirs.
 $G = 350 d.$

Pour les hautes teneurs en aluminium, on est en présence d'un constituant qu'une trempe à 950° ne détruit pas, du moins entièrement.



Phot. 18. — $C = 0,815$ $Al = 4,65$
Trempe à 250° dans l'eau
La martensite remplace exactement la
perlite.
 $G = 200 d.$

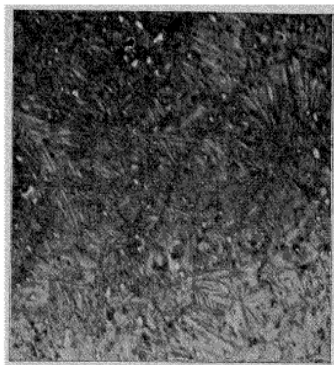


Phot. 19. — $C = 0,666$ $Al = 9,15$
Trempe à 900° dans l'eau
Il se forme de la troostite ou de la sorbite
à la place de la perlite.
 $G = 200 d.$

L'acier garde sensiblement la même structure, il n'apparaît pas de martensite.

Si l'on trempe un acier de la deuxième série, on note des faits identiques à ceux que nous venons d'indiquer. Les aciers renfermant jusqu'à 7 0/0 d'aluminium, donne de la martensite en lieu et place de la perlite; mais plus il y a d'alu-

minium, moins cette martensite possède de formes nettes (phot. 18). En tous les cas, la martensite occupe régulièrement la place de la perlite; la solution fer-alu-



Phot. 20. — C = 0,860 Al = 14,9
Trempe à 1.000° dans l'eau
Il reste un peu de cémentite non
dissoute (points blancs).
G = 200 d.



Phot. 21. — C = 0,860 Al = 14,9
Trempe à 1.050° dans l'eau
On n'a plus que de la martensite
très grosse.
G = 200 d.

minium n'est pas atteinte par la trempe; enfin le bord des parties transformées est formé d'un liseré noir qui se rapproche beaucoup de la troostite; la transformation en martensite n'a pas été complète.

Quant aux aciers contenant plus de 7 0/0 d'aluminium ils ne changent pas sensiblement de microstructure, tant que la température de trempe est inférieure à 1.000°; il n'y a pas de martensite, mais il se forme de la troostite ou de la sorbite. Au delà de cette température, la structure martensitique apparaît (phot. 21). Mais il reste assez souvent de la cémentite non transformée, quand la température de trempe est trop voisine de 1.000° (phot. 20).

Propriétés mécaniques.

Essais à la traction.

SÉRIE I

Les résultats obtenus dans les essais à la traction sur les aciers de la première série trempés à 850° dans l'eau sont donnés dans le tableau suivant :

Carbone	Aluminium	R	E	A 0/0	Σ
0,085	0,50	46,2	29,1	22	64,1
0,113	1,08	51,2	40,8	15	20,8
0,168	2,04	48,9	31,3	7,5	4,3
0,134	3,05	42,2	28,3	4	1,4
0,168	5,07	47,3	33,5	2	0
0,083	7,18	45,3	45,3	0	0

Si nous rapprochons ces résultats de ceux obtenus sur aciers bruts de forge, nous voyons que, au point de vue de l'influence de la trempe, les aciers à l'aluminium se divisent en deux classes distinctes :

1° Tant que le pourcentage est inférieur à 3 0/0 c'est-à-dire tant que la perlite se rapproche de celle des aciers au carbone ordinaire la charge de rupture et la limite élastique s'élèvent ; les allongements et les strictions diminuent et cette diminution est beaucoup plus accentuée que dans les aciers ordinaires à même dose de carbone ;

2° A partir de 3 0/0 l'influence de la trempe est nulle, sur la charge de rupture et la limite élastique, les allongements et strictions sont nuls.

SÉRIE II

Quelques aciers seuls ont pu être essayés, plusieurs ont tapé à la trempe. On a obtenu :

COMPOSITION		R	E	A 0/0	Σ
Carbone	Aluminium				
0,691	2,89	95,5	58,4	3	4,5
0,663	7,00	102,5	75,8	0	0
0,860	14,90	103,4	56,5	0	0

Ici la trempe augmente très sensiblement la charge de rupture et la limite élastique. Comme pour les aciers au carbone nous avons cherché à voir l'influence de la trempe à 1.100° mais les éprouvettes ont constamment « tapé » dans cette opération.

Essais au choc de la dureté

SÉRIE I

COMPOSITION		Nombre de kilogrammètres	Chiffre de Brinell
Carbone	Aluminium		
0,085	0,501	22	143
0,113	1,083	10	159
0,168	2,046	5	143
0,134	3,050	2	163
0,168	5,077	2	192
0,083	7,18	0	192

On voit que la trempe augmente la fragilité des premiers aciers et n'a pas d'action sur celle des produits plus riches en aluminium. La durée est un peu augmentée pour tous ces aciers.

SÉRIE II

COMPOSITION		Nombre de kilogrammètres	Chiffre de Brinell
Carbone	Aluminium		
0,736	0,450	0	512
0,669	1,052	0	600
0,796	1,094	0	332
0,691	2,890	0	269
0,815	4,65	0	375
0,663	7,00	0	255
0,860	14,90	0	262

Ici la fragilité et la dureté sont généralement augmentées. Il faut remarquer toutefois que le dernier échantillon a peu varié de dureté dans la trempe à 850°.

4° Aciers recuits.

Micrographie

Lorsqu'on recuit les aciers de la première série à haute température (1.200° par exemple) pendant quatre heures, on n'obtient pas comme avec les aciers ordinaires, une perlite plus divisée; ce constituant garde toujours son aspect granulaire tout en grossissant. Le même phénomène se retrouve, d'ailleurs, identiquement avec les aciers des deux séries (phot. 22, 23 et 24).

Il est à noter que dans aucun cas le recuit ne nous a donné une précipitation de graphite.

Essais mécaniques

Quel que soit l'acier considéré le recuit l'adoucit. Nous en donnerons trois exemples.

1° L'acier à 0,113 0/0 C et 10,83 0/0 Al a donné ;

Brut de forge : $R = 40,8$; $E = 33,6$; $A\ 0/0 = 30$; $\Sigma = 65,2$; kilogrammètres = 23, chiffre de Brinell = 105;

Recuit à 900° pendant quatre heures : $R = 39,8$; $E = 31,5$; $A\ 0/0 = 26$; $\Sigma = 60,1$; kilogrammètres = 12; chiffre de Brinell = 51;

2° L'acier à 0,168 0/0 C et 5,07 0/0 Al a donné :

Brut de forge : $R = 50,7$; $E = 34,4$; $A\ 0/0 = 21$; $\Sigma = 45,9$; kilogrammètre = 0; chiffre de Brinell = 1,43 :

Recuit à 900° pendant quatre heures : $R = 44,3$; $E = 33,5$; $A\ 0/0 = 2$; $\Sigma = 0$; kilogrammètre = 0; chiffre de Brinell = 131 ;

3° L'acier à 0,796 0/0; C et 1,094 0/0 Al donne :

Brut de forge : $R = 97,7$; $E = 46,0$; $A\ 0/0 = 6$; $\Sigma = 4,5$; kilogrammètre = 0; chiffre de Brinell = 223 ;

Recuit à 990° pendant quatre heures : $R = 92,5$; $E = 45,2$; kilogram-mètre = 0 ; chiffre de Brinell = 228.

Les allongements et strictions sont plutôt diminuées.

5° Aciers cémentés.

La cémentation des aciers à l'aluminium devait être particulièrement intéressante à étudier, nous avons démontré, en effet, que le carbone n'était pas soluble dans le fer ayant déjà dissous certaine quantité d'aluminium.



Phot. 22. — $C = 0,134$ $Al = 3,05$
Recuit pendant 4 h. à 1.200°
La perlite ne s'est pas résolue.
 $G = 200 d.$



Phot. 23. — $C = 0,168$ $Al = 5,07$
Recuit à 1.200° pendant 4 heures
La perlite est restée granulaire.
 $G = 200 d.$

Nous avons donc cru nécessaire de mesurer les vitesses de pénétration pen-



Phot. 24. — $C = 0,663$ $Al = 7,0$
Recuit à 900° pendant 4 heures
La perlite est toujours compacte.
 $G = 200 d.$

dant un temps déterminé à une température définie pour ces divers aciers à l'aluminium de la première série.

Nous sommes arrivés aux résultats suivants, la température de cémentation étant de 1.000° ; le temps huit heures le ciment : 40 carbonate de baryum + 60 charbon :

Teneur en aluminium.	Pénétration en dixièmes de millimètre.
1 0/0	4
3 0/0	2

Dans les mêmes conditions la pénétration dans un acier au carbone eût été : 9 dixièmes de millimètre ; il y a donc un retard très important.



Bande montrant la cémentation d'un acier à 0,200 C et 7 0/0 Al.
A gauche, on trouve des amas de perlite granulaire telle qu'elle existe dans l'acier primitif ; la droite représente le bord de l'acier, où l'on note des amas noirs de perlite ou de sorbite et des grands cristaux de cémentite.
On remarquera combien la cémentation est faible et irrégulière.
Conditions de cémentation : Température 1.000° . — Temps : 8 heures. Ciment : 60 p. + 40 p. CO^2 Ba.

Avec l'acier à 7 0/0 d'aluminium, il n'y a plus de cémentation à proprement parler. La bande micrographique que nous donnons reproduit bien le phénomène. On trouve des amas de perlite mal réparties, puis à l'extrême bord on trouve des cristaux allongés qui doivent être de la cémentite.

Conclusions.

L'aluminium n'a pas d'action importante sur les propriétés mécaniques des aciers, tant que son pourcentage est faible. Au-delà de 2 à 3 0/0, il apporte une fragilité très grande.

Jusqu'à 15 0/0 d'aluminium, on ne trouve pas de combinaison fer-aluminium ; l'aluminium entre en solution dans le fer.

La solution fer-aluminium ainsi formée ne dissout pas le carbone ; aussi la perlite prend-elle une forme granulaire spéciale, qui explique la fragilité de certains aciers et la martensite ne se produit-elle par trempe que là où il y avait de la perlite.

Enfin on rencontre, dans des aciers à l'aluminium, de la cémentite libre, bien que ces aciers renferment beaucoup moins que 0,85 0/0 de carbone.

Il est bon de rappeler ici que les aciers à basse teneur en aluminium possèdent un très faible hystérésis, qui les désigne pour les constructions électriques.

BIBLIOGRAPHIE

Métallurgie du zinc, par A. LODIN, Ingénieur en chef des mines, professeur à l'École nationale supérieure des mines. 1 volume in-8 de 810 pages, avec 275 figures et 25 planches. — Veuve Ch. Dunod, éditeur, 49 quai des Grands-Augustins, Paris.

Le volume publié par M. Lodin sur la métallurgie du zinc comble une lacune importante dans la littérature française sur la métallurgie. Ce métal qui est le plus important après le fer n'avait pas été l'objet, au moins en France, de publications d'ensemble et pourtant son extraction est relativement assez importante dans notre pays. beaucoup plus que celle de tous les autres métaux en dehors du fer, tels que plomb, cuivre, argent, etc.

Ce volume de 800 pages représente une somme de travail énorme. Les quelques renseignements numériques suivants en donneront une idée :

Après quelques pages un peu sommaires sur les propriétés du métal et de ses principaux composés, la description des gisements les plus importants de ce métal dans le monde occupe 50 pages. Quinze de ces gisements sont décrits d'une façon complète. Le grillage de la blende occupe 100 pages dans lesquelles quarante fours différents sont décrits. Enfin la réduction occupe 350 pages avec la description de 100 appareils différents. Les procédés nouveaux mais non encore employés d'une façon courante, comme la réduction au four à cuve et les procédés électrolytiques occupent 50 pages dans lesquelles 50 brevets différents sont résumés.

Le soin avec lequel les plus anciens procédés employés dans la métallurgie du zinc sont décrits donne un caractère tout spécial à cette publication. On peut suivre l'évolution des différents procédés de fabrication et mieux comprendre la raison d'être des dispositifs définitivement adoptés aujourd'hui.

La description des opérations préparatoires de la métallurgie du zinc, tel que la calcination et le grillage, a été faite en se plaçant au point de vue des conditions générales de travail qui se rencontrent normalement en Europe. La production du zinc par réduction et distillation en vase clos, telle qu'elle se pratique actuellement, constitue l'objet principal de l'ouvrage. Les moyens employés pour la réaliser, dans le passé comme dans le présent, sont décrits d'une manière complète.

Les opérations accessoires, qui exercent une influence considérable sur le résultat final, ont été également étudiées et discutées dans leurs moindres détails.

La réduction en vases clos exige encore, malgré les progrès réalisés, des consommations considérables de main-d'œuvre, de combustible et de produits réfractaires. Aussi de nombreux inventeurs ont-ils cherché à substituer à son emploi celui d'autres procédés. Ces tentatives sont exposées et discutées par M. Lodin.

Un des derniers chapitres de l'ouvrage est consacré à la description du procédé de fabrication directe du blanc de zinc en usage aux États-Unis ; on y rencontrera des documents inédits sur cette formule peu connue en Europe.

La publication du présent ouvrage contribuera largement à faire perdre à la métallurgie du zinc le caractère un peu mystérieux qu'elle avait conservé jusqu'ici ; elle fournira à tous ceux qui s'occupent de cette branche d'industrie un moyen de contrôler les résultats obtenus et de les améliorer méthodiquement, et suivant une voie rationnelle et réellement scientifique.

H. L. C.

Le Gérant : LÉON BONNET.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. E. Bourdon**, au nom du *Comité des Arts mécaniques* sur la MACHINE A MOULER de **M. Bonvillain**.

MESSIEURS,

Dans une séance de la Société d'Encouragement tenue au cours de cette année, M. Ronceray a fait une conférence sur les machines à mouler étudiées et construites par M. Bonvillain. Vous m'avez renvoyé l'examen de cette communication, et je viens vous rendre compte de la mission que vous m'avez confiée.

Après avoir pris connaissance du résumé écrit de cette conférence, je me suis rendu aux ateliers de M. Bonvillain pour voir en détail les machines et les procédés de moulage décrits par M. Ronceray; j'ai vu là différents types de machines à mouler dont les dispositions, très bien conçues, répondent toutes à un but absolument utile et pratique; puis j'ai assisté à de nombreuses opérations de moulage faites sur des modèles, les uns simples, les autres si compliqués, qu'à première vue, il semblerait téméraire de vouloir en tenter le moulage mécanique; et pourtant les résultats sont remarquables, tant au point de vue de la qualité du moule obtenu sans aucune retouche que de la rapidité véritablement surprenante de la production.

Il me paraît superflu de faire ici la description détaillée des machines et des procédés de moulage que j'ai examinés avec le plus vif intérêt, car je ne pourrais que reproduire les explications contenues dans le mémoire du conférencier; je dirai seulement pour me résumer, qu'à mon avis, il y a un grand intérêt à vulgariser le plus possible les idées nouvelles et ingénieuses de M. Bonvillain, qui sont appelées à rendre de signalés services à l'Industrie de la Fonderie. C'est pourquoi je vous propose, Messieurs, 1° d'adresser à M. Bonvillain les félicitations du Comité de Mécanique; 2° de remercier M. Ronceray de sa très intéressante communication; 3° de décider que le résumé de sa conférence sur les machines à mouler de M. Bonvillain sera inséré dans le *Bulletin* de la Société à la suite de ce rapport.

Lu et approuvé en séance le 13 janvier 1905.

Signé : ÉDOUARD BOURDON, rapporteur.

RÉSUMÉ DE LA CONFÉRENCE FAITE PAR *M. Ronceray*, SUR LES
MACHINES À MOULER *Bonvillain*.

MESSIEURS,

Le sujet que nous allons avoir l'honneur de traiter devant vous se rapporte à une branche de l'industrie dont le développement est relativement restreint en France. Peu de fonderies, en effet, ont, jusqu'à ce jour, méthodiquement organisé le moulage mécanique. Aucune maison française ne s'est spécialisée dans la fabrication du matériel et des machines spécialisés pour cet usage. Nos fonderies étaient tributaires des maisons étrangères, pour la plupart allemandes.

Les machines (il serait plus juste de dire les procédés) que je vais vous exposer brièvement ce soir sont d'invention et de construction exclusivement françaises, et nous avons la satisfaction de vous dire qu'elles commencent à être employées non seulement en France, mais encore en Suisse, en Italie, en Russie, en Espagne et même en Angleterre, où nous avons tout récemment réussi à installer 8 machines portant une marque française et vendues comme machines françaises. Nous attribuons d'autant plus d'importance à ce fait que l'un de nos nouveaux clients anglais, compagnie de chemin de fer et d'électricité, d'origine américaine : la British Thomson, possédait des machines amé-

ricaines à air comprimé que l'on avait considérées jusqu'à ce jour comme très satisfaisantes.

Nous sommes très fiers de ce résultat, nous venons ce soir vous soumettre le fruit de nos efforts, et nous tenons à remercier publiquement tous ceux qui ont contribué au succès de l'affaire. C'est d'abord M. Saillof, ancien chef d'atelier de la Compagnie de l'Ouest à Sotteville-les-Rouen, qui, ayant employé des machines à mouler de différents modèles et d'origine étrangère, et reconnu leurs inconvénients, a posé les premiers jalons et suivi l'affaire dans son développement.

C'est M. Vignerot, contremaître de la fonderie à ces mêmes ateliers, qui fut son collaborateur de la première heure.

Enfin, et surtout, je tiens ici à rendre hommage à la Direction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, et plus particulièrement aux deux hommes qui ont le plus contribué au développement et à l'extension du nouveau procédé français de moulage mécanique : M. Huiller, ingénieur principal de la Compagnie de l'Ouest et M. Le Chat, directeur des ateliers de Sotteville. Ces messieurs, par l'encouragement qu'ils n'ont cessé de donner aux inventeurs, ont contribué pour une grande partie à la mise au point des premières idées forcément un peu vagues au début. Ils ont fait mieux ensuite : au lieu de garder pour eux les résultats acquis, ils ont ouvert en grand les portes de leur fonderie, afin que les intéressés puissent se rendre compte du pas fait en avant et les encourager ainsi à marcher dans la voie qu'ils avaient tracée.

Nous n'avons pas l'intention de faire devant vous une étude comparative et complète de la question, ce serait trop aride et aussi trop long ; cependant il est indispensable de donner quelques indications sur les machines à mouler en général, pour bien faire comprendre quels sont les avantages spéciaux de celles que nous vous présentons.

Quand on parle à un fondeur de machines à mouler, il entrevoit immédiatement un appareil à faire économiquement des moules pour pièces en grandes séries, faciles et ne présentant pas trop de noyautage. Il imagine un modèle bien fait, dépouillant partout ; enfin, un travail spécial, que l'on rencontre rarement sur sa route, surtout dans la pièce mécanique. Et il a raison : tous les catalogues de fabricants de machines à mouler montrent des machines destinées à fabriquer la pièce de fumisterie, le volant de machine à coudre, la robinetterie simple, ou bien encore la pièce spéciale, comme les tuyaux à ailettes, etc.

Ces machines à mouler, étant si spéciales, trouvent peu d'emplois et, de fait, elles ne sont guère employées avantageusement que dans quelques fonderies des Ardennes et de la Haute-Marne, où l'on fait de la fonte malléable pour la pièce plate à grande répétition. Quelle est donc la cause de cette spécialisation

de la machine à mouler et de sa non-application aux pièces mécaniques dont on ne fait que quelques centaines à la fois ? C'est que, pour mouler à la machine, il faut une plaque-modèle, et que, par les procédés ordinaires, cette plaque-modèle coûte très cher ; c'est que, même bien faite, elle produit souvent des arrachements de sable au démoulage, nécessitant du raccord à la main, ce qui augmente singulièrement le prix des moules, c'est aussi qu'il faut longtemps pour établir cette plaque-modèle, et que les clients ne peuvent attendre. C'est enfin que les petites difficultés : les imprévus, les ennuis, le nombre de pièces ratées, les aspérités du chemin, sont telles qu'elles fatiguent souvent l'énergie la mieux trempée, et il n'est pas rare de voir dans un coin d'une fonderie et couvertes de poussière, des machines ayant coûté cher, reléguées, après quelques mois de service, malgré la volonté bien arrêtée que l'on avait au début de les faire marcher.

Le nœud de la question, — il serait plus juste de dire toute la question, — repose dans la préparation des plaques-modèles faites d'une façon précise, rapidement et à bas prix, quelle que soit la difficulté des pièces, et, autant que possible, sans la nécessité de recourir à un atelier autre que leur fonderie.

C'est cette préparation rapide et économique qui constitue la base du système dont je vais vous entretenir. Je vais abandonner un instant ce sujet pour vous donner une description succincte des premières machines, qui me permettra de vous exposer avec plus de fruit les nouveaux types en même temps que de vous faire voir les progrès réalisés.

Ces machines se composent (fig. 1) d'un sommier inférieur A, portant une colonne B à chacune de ses extrémités. Au milieu du sommier, se projette en dessous un cylindre C, dans lequel se meut un piston F formant lui-même cylindre pour un piston *f* plus petit.

Le piston extérieur porte une boîte G, dans l'intérieur de laquelle se meut une table H, reposant sur le piston intérieur. Sur la base G, on fixe par des goujons munis de vis la plaque-modèle C. Sur la table, sont fixées 4 chandelles *l*, qui servent à faire monter le châssis. Sur cette même table peuvent être disposées, à des endroits variables suivant le cas, des tiges *t* que nous appelons dépoussoirs, et qui servent à faire monter les pousse-noyaux *n* ou à d'autres usages analogues au moment du démoulage.

À la partie supérieure de la machine, une traverse D, articulée autour de l'une des colonnes et venant se bloquer sur l'autre par une échancrure de forme convenable, porte une vis, actionnée par un volant E, et munie d'un plateau de serrage *p*.

Cette courte description vous donne déjà un aperçu de notre manière de faire. D'abord nous moulons par-dessus, sans retourner la plaque-modèle, ceci permet

d'atteindre à la main les parties difficiles et constitue un premier gain de temps, puisque nous économisons la rotation et le blocage de la plaque-modèle deux fois par moule. Ensuite, nous soignons le démoulage d'une façon toute spéciale, en soulevant par leur partie inférieure les noyaux verticaux, que nous pouvons ainsi faire sortir sur le moule pour le plus grand nombre. Le seul inconvénient est que les ruptures de sable se produisent plus facilement en opérant ainsi qu'en retirant le modèle par le haut ; mais nous employons le peigne sur une très grande échelle, et la disposition spéciale de la table nous

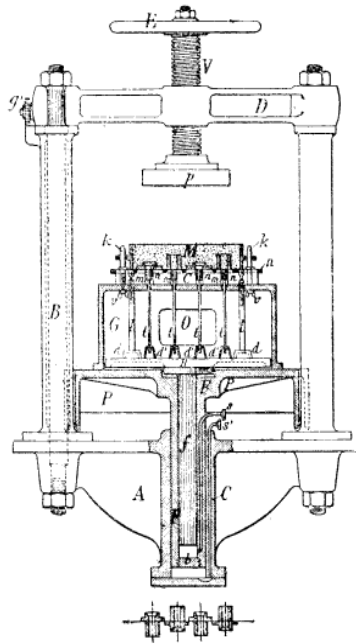


Fig. 4. — Machine à mouler (vue en coupe).

permet de le soutenir partout où cela est nécessaire, même quand il s'agit d'un peigne intérieur, ou fond de pièces, dont je vous montrerai tout à l'heure des exemples. Je n'insiste pas davantage sur cette machine, que nous ne fournissons plus guère maintenant, car nous lui avons substitué, pour la plupart des cas, des types plus simples, moins encombrants, plus commodes et surtout moins chers ; mais la description succincte que je viens de vous donner me permettra de vous expliquer plus facilement les divers genres de plaques-modèles.

Quand j'ai dit, tout à l'heure, que la disposition de notre machine évitait la rotation des plaques-modèles deux fois par moule, ceux d'entre vous qui pos-

sèdent des machines à plaque rotative se sont dit probablement : Oui, mais si on ne fait pas successivement le dessus et le dessous sur la même machine, il faut travailler toujours avec deux machines et c'est un grave inconvénient.

Ce n'est pas le cas, grâce à un dispositif dénommé « Système réversible ». Voici en quoi il consiste :

Le dessous et le dessus d'une même pièce sont placés de part et d'autre d'un axe idéal qui passe par les axes des goujons, ou est perpendiculaire à cette ligne, suivant les cas ; on serre sur la plaque-modèle 2 parties de châssis exactement semblables, sauf que l'une porte une coulée qui n'est pas réservée sur l'autre. Quand les deux parties de châssis sont fermées l'une sur l'autre, l'empreinte qui était à droite sur la machine vient à gauche sur la partie de châssis qui forme le dessous, et réciproquement. On a donc une pièce à droite et une pièce à gauche, mais l'une est renversée par rapport à l'autre.

La symétrie parfaite des deux empreintes paraît excessivement difficile à obtenir, et ce serait vrai si nous possédions un moyen sûr d'y arriver. Sans entrer dans tous les détails du matériel créé pour cela, nous allons en indiquer le principe. Il se compose de deux parties de châssis parfaitement travaillées et repérées l'une par rapport à l'autre de façon à pouvoir se placer soit l'une sur l'autre, soit l'une à côté de l'autre. Le passage de la première position à la seconde n'est, en somme, que la rotation autour d'une arête commune : c'est l'ouverture d'un livre.

Il suffit, sur ces deux empreintes rapportées l'une à côté de l'autre, de poser un cadre que l'on remplit de la matière plastique qui constituera la couche en s'arrangeant pour se repérer rigoureusement par rapport à l'arête d'ouverture. On conçoit aisément que la symétrie de la plaque-modèle, par un tel procédé, soit parfaite si le matériel est convenablement établi.

Le système réversible s'applique à beaucoup de cas, à tous les cas même, pourvu qu'il y ait possibilité de mettre deux pièces dans le même moule, ou que la forme de la pièce n'exige pas un mode particulier de coulée. Il peut y avoir deux pièces seulement, ou un nombre bien plus considérable.

Les plaques-modèles sont exécutées tantôt en plâtre ou en ciment, avec ou sans coquille en métal sans retrait, tantôt entièrement en métal.

Un cas particulier où l'on emploie la plaque-modèle entièrement métallique, et qui constitue un rameau spécial de nos procédés, est le système de « *clichage* ». Le cliché, appelé ainsi par analogie avec les clichés que l'on insère dans les formes d'imprimerie, est une petite plaque-modèle mince en métal sans retrait, de largeur uniforme, mais de longueur variable suivant les pièces à faire. Il porte, au centre dessous, une rainure de centrage, et latéralement deux feuilures ; au centre dessus, une demi-coulée, et enfin, de part et d'autre de cette coulée, les demi-empreintes.

Les clichés se posent les uns à côté des autres, sur une table appropriée, portant une languette centrale dans laquelle se placent toutes les rainures

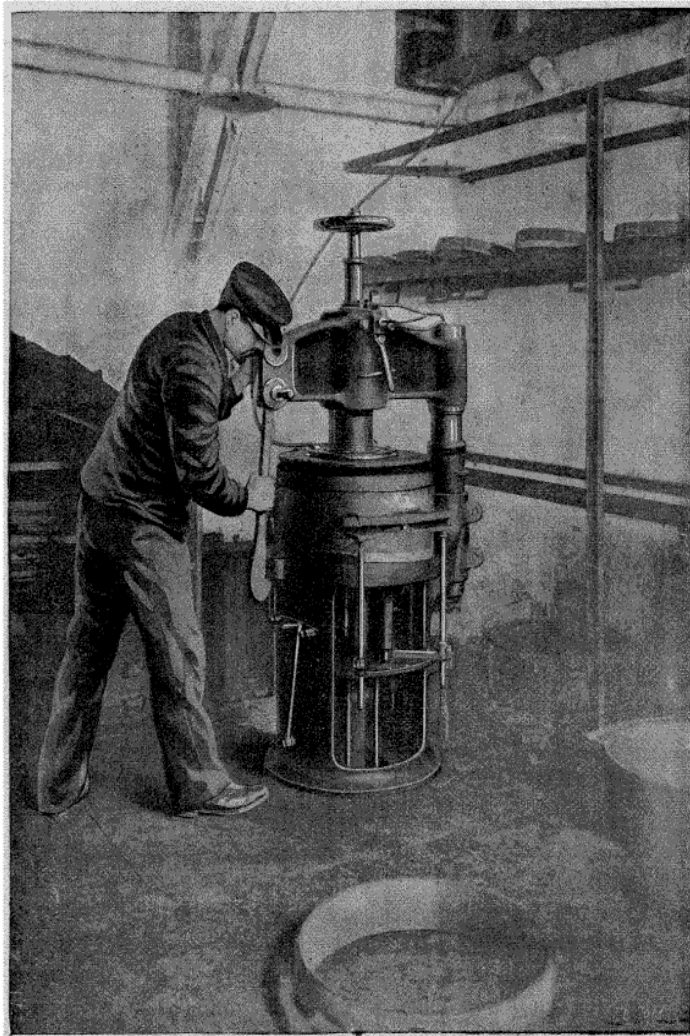


Fig. 2. — Blocage du crochet. — Machine à mouler A, 1902.

maintenues latéralement par deux barrettes qui s'appuient sur les feuillures ; de sorte que la plaque-modèle se compose de plusieurs clichés assemblés les uns au bout des autres sur la table à clichés.

Le clichage est surtout convenable pour les petites pièces, il présente d'énormes avantages :

1° D'abord, étant donné le ou les modèles, il faut un temps très court pour mouler un cliché : d'une demi-heure à deux heures.

2° On obtient deux pièces par modèle.

3° Les clichés, étant faits d'un métal sans retrait, peuvent être obtenus directement en partant du modèle en bois ordinaire.

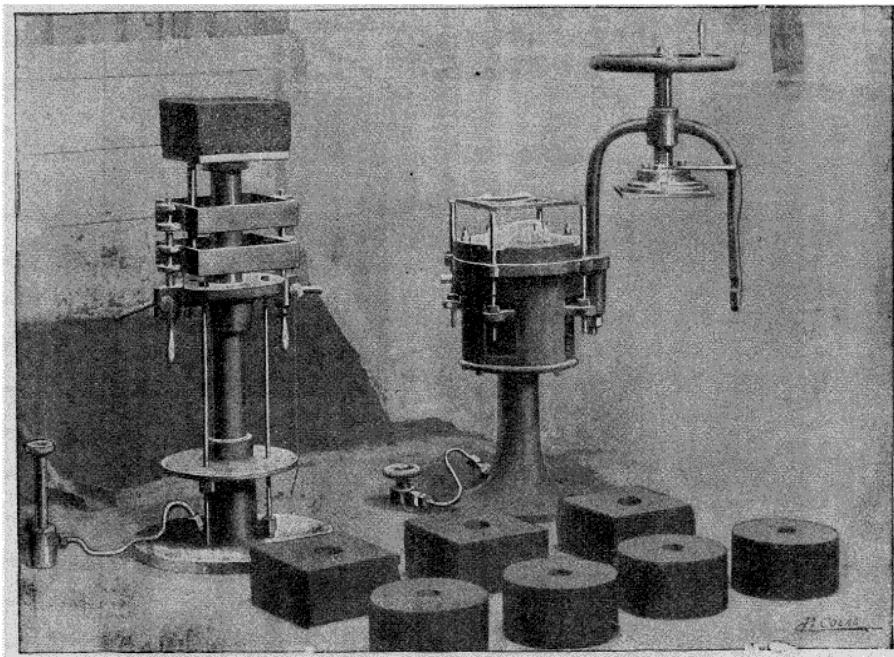


Fig. 3. — Machine à assembler H. — Machine à mouler V, 1902.

4° Ils sont faits entièrement dans la fonderie, sans l'intervention d'ouvrier autre qu'un mouleur.

5° Le temps nécessaire au remplacement d'un cliché par un autre étant insignifiant (moins d'une minute), il faut un temps très court pour varier la composition d'une plaque-modèle, et on peut faire passer dans la même journée, sur la même machine, un nombre considérable de petites commandes, ou exécuter une petite commande à la machine, bien qu'une grosse commande soit en cours d'exécution.

6° Du fait que les plaques-modèles affectent la forme du cliché, on réduit leur volume et par suite l'encombrement du matériel, puisqu'une table à clichés seulement est nécessaire pour une machine.

Quand les pièces sont trop grandes pour pouvoir être exécutées par le procédé réversible, il faut des plaques-modèles doubles, c'est-à-dire une plaque modèle pour chaque demi-empreinte du modèle; pour cela, on serre séparément



Fig. 4. — Pompe et accumulateur pour 4 machines à mouler.
Puissance absorbée 1/2 cheval.

deux parties de châssis dans lesquelles on coule successivement la matière qui préparera la plaque-modèle.

J'ai glissé à dessein sur les détails de préparation des couches doubles, et aussi parce que cette partie est peu intéressante; c'est en couches doubles, du reste, que l'on monte le plus souvent, sur les machines à plaque rotative, les pièces simples pour lesquelles on ose faire une plaque-modèle en plâtre.

Ce qu'il y a de plus intéressant dans cette partie de la préparation des plaques-modèles c'est l'emploi du peigne : le peigne employé judicieusement

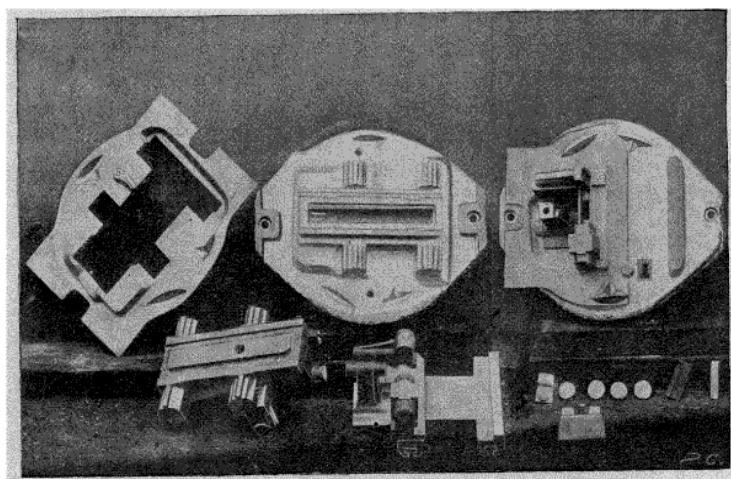


Fig. 5. — Peigne. — Plaques-modèles. — Modèle. — Pièces mobiles sur les plaques modèles.

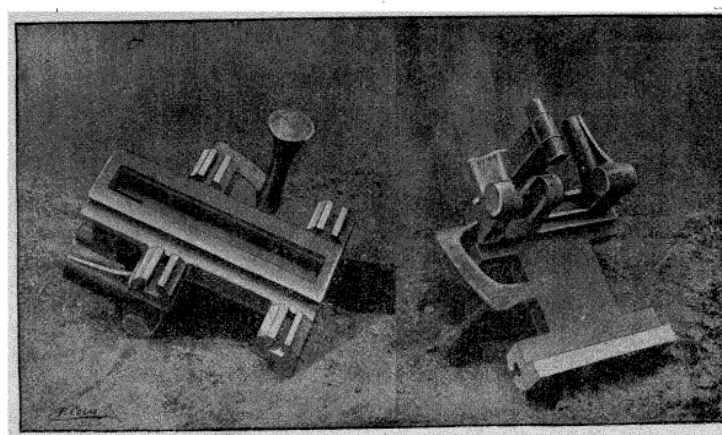


Fig. 6. — Pièces coulées sur les plaques modèles ci-dessus.

Production : 4 à 5 pièces à l'heure avec 2 machines.

fait tomber la plupart des difficultés de démoulage ; il supprime le raccord d'une façon absolue, et, fait intéressant dans bon nombre de cas, permet l'emploi de modèles sans dépouille. Je ne parle pas du peigne plat découpé dans

une feuille mince de métal, qui coûte très cher et qui, du reste, ne s'applique

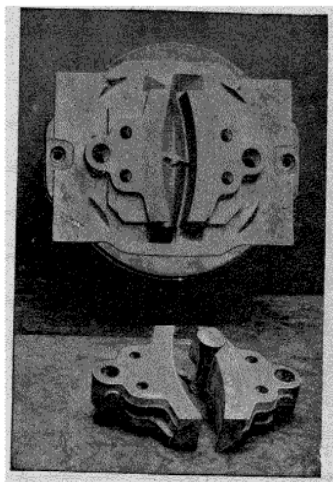


Fig. 7.
Sabot de frein et pièces coulées.
Noyaux cylindriques faits à la machine.
15 à 20 pièces à l'heure avec une machine.

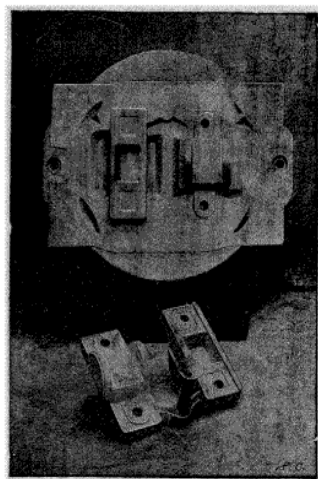


Fig. 8.
Selle de suspension de wagon et
pièce coulée.
Noyaux faits à la machine.
15 à 20 pièces à l'heure avec une machine.

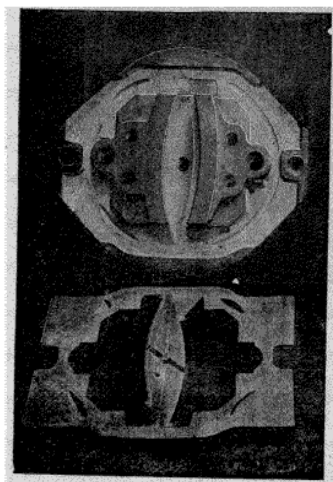


Fig. 9. — Même plaque-modèle qu'en
fig. 7. Peigne enlevé.

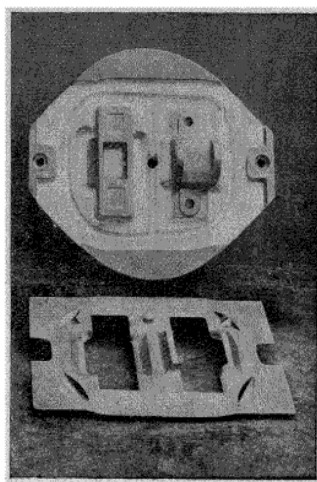


Fig. 10. — Même plaque-modèle qu'en
fig. 8. Peigne enlevé.

qu'aux rares modèles pouvant admettre un joint plan. Pour être d'un emploi général, un peigne doit pouvoir suivre le joint quelle que soit sa forme et se

prêter à toutes les combinaisons possibles et imaginables du moulage. Nous l'obtenons par un procédé très simple, qui consiste à en découper le moule dans le sable, serré sous certaines conditions, dans un châssis spécial; il est coulé ensuite en métal blanc, et on l'obtient brut de fonderie et prêt à

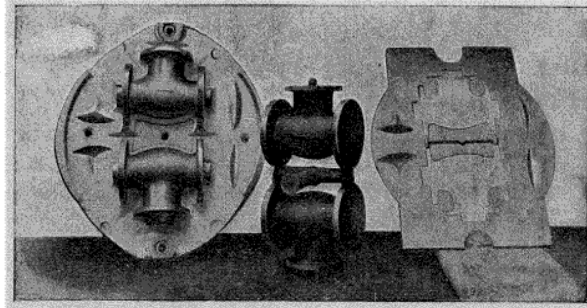


Fig. 11. — Robinet à brides.
 Plaque-modèle Pièce coulée Peigne.
 peigne enlevé. sur la plaque-modèle.
 15 à 20 pièces à l'heure avec une machine.

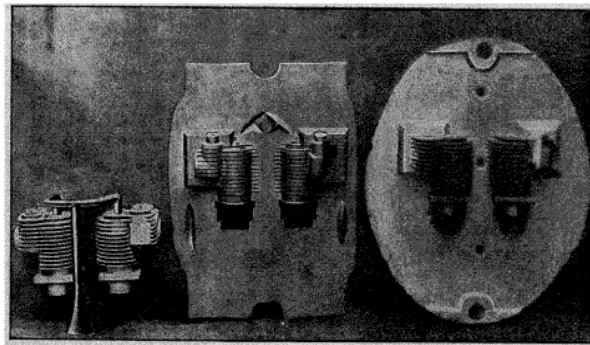


Fig. 12. — Cylindre de motocyclette.
 Pièce coulée Peigne. Plaque-modèle
 sur la plaque-modèle. peigne enlevé.
 8 à 10 pièces à l'heure avec une machine.

servir. Le peigne fait partie du joint, son épaisseur se loge dans la plaque-modèle.

Les fonds de pièces dont il a été question plus haut ne sont que des cas particuliers de peignes, ou plutôt des peignes partiels.

Après avoir examiné succinctement les différents genres de plaques-modèles, montrant comment ils peuvent être obtenus rapidement, à bon marché et dans

la fonderie même, je vais vous montrer les progrès réalisés par la maison Bonvillain dans la construction des machines à mouler.

Voici (g. 2) la projection d'un nouveau modèle que nous appelons la ma-

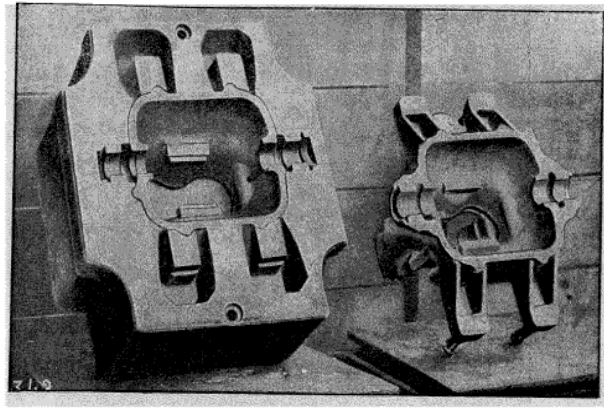


Fig. 13.

Plaque-modèle du côté noyau.

Pièce coulée.

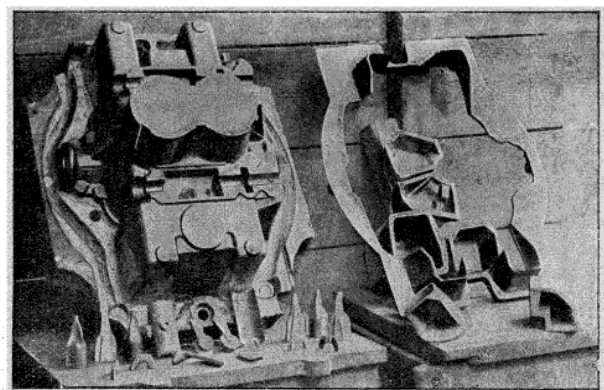


Fig. 14.

Contre-partie, peigne enlevé.

Peigne et boîtes à noyaux.

Production horaire 2 à 3 pièces avec 2 machines.

chine A. Comme vous le voyez, nous avons substitué le serrage par-dessus au serrage par-dessous. Afin de supprimer la boîte et de rendre le démoulage très accessible. Le socle de la machine est, à cet effet, très largement ouvert à sa partie inférieure, de façon que tous les réglages de dépoussoirs puissent se faire aisément.

Les chandelles qui soulèvent le châssis, au lieu de traverser la boîte, sont libres et montées sur des supports réglables comme écartement; cela évite leur coincement et permet de les approprier à la dimension des châssis employés.

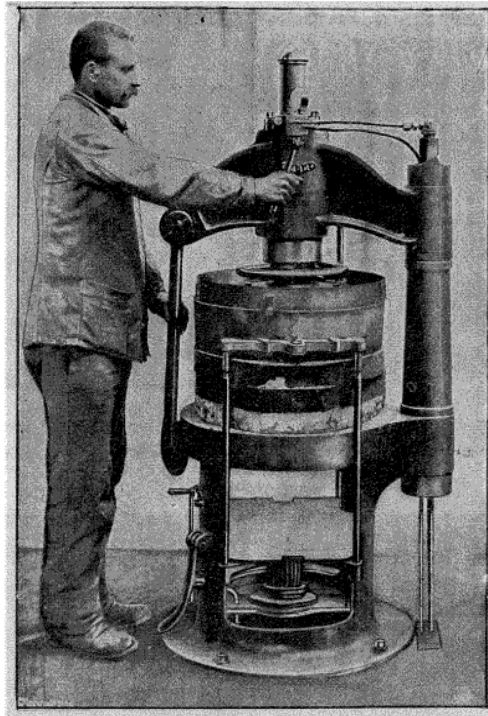


Fig. 15. — Machine à mouler hydraulique A 3.

Dimensions principales de la machine. — Diamètre de la table, 640 mm.; hauteur disponible maxima, 420 mm.; hauteur du démoulage, 235 mm.; diamètre du trou pour passage des dépousoirs, 490 mm.; pression totale avec 50 kg. de pression, 11 500 kgs.

La machine peut recevoir des châssis rectangulaires d'environ 560 mm. de largeur, la longueur n'étant limitée que par la pression totale dont on dispose sur le piston de serrage.

Les châssis ronds ordinairement employés sur cette machine ont 540 mm. de diamètre et les châssis rectangulaires 540 x 360.

Le serrage du sable se fait par un piston de longueur variable, placé dans une traverse reliée à un tube pivot. Ce pivot tourne dans une colonne placée à l'opposé de l'opérateur; à l'autre bout, la traverse est reliée à la table par un simple crochet. Le moulage effectué, l'homme relève légèrement le crochet et fait tourner la traverse autour de son pivot. Ce simple mouvement dégage entièrement la table de la machine, dont l'accès est ainsi libre sur trois faces. Vous saisissez l'avantage que présentent ces dispositions comparées à

celles de l'ancienne machine, avec ses deux colonnes qui rendaient difficile l'enlèvement des châssis.

Cette disposition a, en outre, l'avantage de n'intéresser dans les efforts de serrage que la partie haute du socle, le tube pivot, la traverse et le crochet, au lieu de constituer, avec toute la machine, un cadre rigide, lourd et par consé-

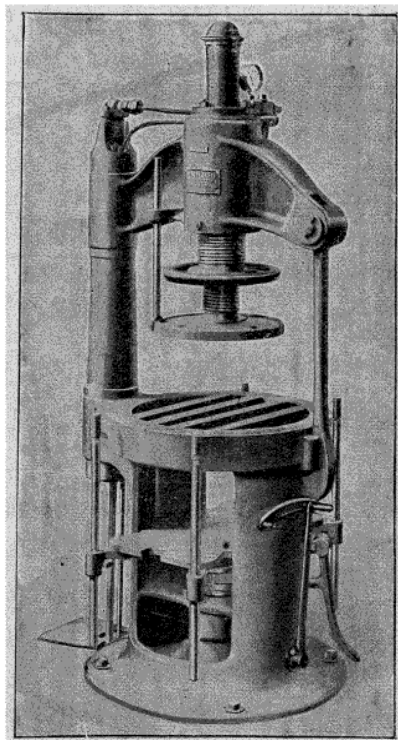


Fig. 16. — Machine à mouler hydraulique A 4.

Dimensions principales. — Diamètre de la table, 550 mm.; hauteur disponible maxima, 350 mm.; hauteur de démoulage 200 mm.; diamètre du trou pour passage des dépoussoirs 400 mm.; pression totale avec 50 kilos de pression 7 500 kgs.

La machine peut recevoir des châssis rectangulaires jusqu'à environ 520 mm. de largeur, la longueur n'étant limitée que par la pression totale dont on dispose sur le piston de serrage; les châssis ronds habituellement employés sur cette machine ont 450 mm. de diamètre et les châssis rectangulaires 450 mm. x 360 mm.

quent coûteux. La table de la machine, au lieu d'être percée de trous comme l'ancienne caisse, est entièrement ouverte; elle est disposée pour recevoir des barreaux réglables en position par ce moyen, on peut placer les dépoussoirs de noyaux à un endroit absolument quelconque, sans avoir à se préoccuper de la position de ces barreaux.

Vous avez peut-être remarqué que la table de la machine était ronde, ce qui

peut sembler bizarre, puisque, dans toutes les fonderies, les châssis employés sont carrés ou rectangulaires. Là aussi, Messieurs, nous différons de la pratique habituelle : toutes les fois que l'on peut couler en sable vert (c'est le cas général en fonderie de fonte, et ce devrait l'être en fonderie de bronze), nous employons le système de démottage. Le démottage s'effectue sur une machine spéciale, qui accompagne la machine à mouler. Cette machine permet indifféremment d'assembler seulement les châssis, ou, à la fois, d'assembler et démottier.

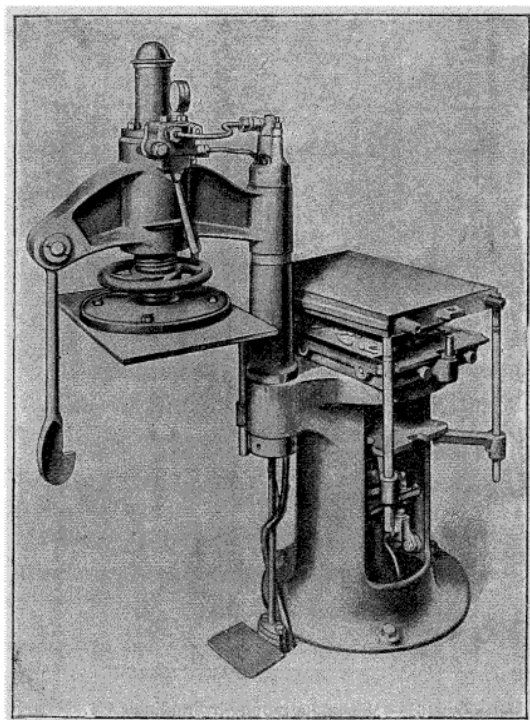


Fig. 17. — Machine à mouler hydraulique A 5 travaillant sur table à clichés. — En démoulage.

Comme vous le voyez sur la figure 3, elle se compose essentiellement d'un socle sur lequel est fixé un cylindre à eau ; ce cylindre à eau reçoit un piston terminé à sa partie supérieure par un plateau. A chaque extrémité du socle, sont établis deux goujons dont l'écartement est rigoureusement égal à celui des trous de repérage des châssis employés. Quatre tiges disposées de part et d'autre de deux goujons d'une façon dissymétrique laissent passer le châssis inférieur, lorsqu'il est engagé sur les goujons joint en-dessus, mais arrête le châssis supé-

rieur placé joint en dessous. Ceci, grâce à une disposition d'oreilles des châssis appropriée. Si l'on veut seulement assembler, le châssis supérieur reposant simplement sur l'extrémité des tiges dissymétriques, il suffit de faire monter le piston supportant le châssis inférieur jusqu'à ce que les goujons soient entièrement dégagés.

Pour démotter, une clavette est placée à l'extrémité de chacun des goujons après que les demi-moules ont été posés sur la machine. En employant un plateau d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur des châssis, il suffira de laisser continuer l'ascension du piston qui chassera la motte des deux châssis.

Vous connaissez tous, Messieurs, les avantages du démottage.

1° Économie du matériel : deux paires de châssis suffisent, l'une étant sur la machine à mouler, pendant que l'autre est au démottage, et réciproquement.

2° Économie de main-d'œuvre, du fait qu'il n'est pas utile de ramener les châssis au chantier de moulage après la coulée. Les pièces sont plus vite retirées du sable puisqu'il n'y a qu'à renverser les moules pour en retirer leur contenu.

La manœuvre des machines ci-dessus décrites est des plus simples. L'admission d'eau et l'évacuation s'effectuent, pour chacun des cylindres, à l'aide d'un robinet de très grande souplesse de manœuvre.

Indépendamment des deux machines du type courant que vous venez de voir, la maison Bonvillain a créé un type de machine plus petite, ne nécessitant aucune installation : c'est celui que vous avez sous les yeux (fig. 7). Le serrage du sable se fait à la main à l'aide du volant et le démoulage à l'aide d'un transmetteur hydraulique mû au pied. Je vais d'ailleurs faire exécuter devant vous quelques moules qui vous feront voir, mieux que tous les raisonnements, la manœuvre pratique de la machine.

Il est vrai que l'installation des machines du type courant n'est guère onéreuse. Un accumulateur et une pompe, créés spécialement à cet effet, constituent les seuls accessoires nécessaires. Les deux suffisent pour quatre machines à mouler du type courant. L'accumulateur est chargé très économiquement à l'aide du sable de la fonderie qui est contenu dans l'intervalle compris entre deux murettes circulaires en briques ; la projection que vous avez sous les yeux vous montre ces deux appareils (fig. 4).

Maintenant, Messieurs, pour finir, je vais faire défiler sous vos yeux quelques clichés montrant des couches exécutées par nos procédés, certaines d'entre elles sont des plus intéressantes. J'ai d'ailleurs ici un certain nombre de plaques-modèles que vous pourrez voir de près, notamment un chariot de tour (fig. 3

et 6); vous remarquerez que la plupart des noyaux viennent sur la machine; de même dans cette couche de sabots de frein (fig. 7 et 8), les noyaux cylindriques viennent avec le moule. Le noyau central seul est rapporté.

Lorsque je vous ai parlé de plaques-modèles réversibles et de leur emploi, une objection vous est certainement venue à l'idée au sujet de la coulée. Les plaques-modèles ne portent pas de coulée; lorsque le mouleur veut exécuter un demi-moule supérieur, il emploie une coulée plastique, qui affecte la forme d'un tronc de cône, comme vous pouvez le voir. Cette coulée, au moment du remplissage du châssis avec le sable, est posée à l'endroit convenable et noyée dans le sable avec les modèles.

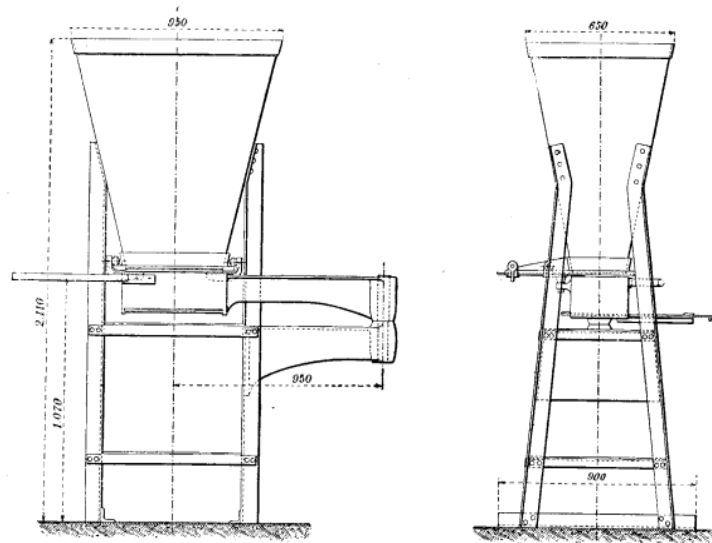


Fig. 18 et 19.

Lorsque le plateau de la machine vient opérer le serrage du sable, il comprime la coulée qui s'écrase. Dès qu'on relève le plateau, celle-ci reprend sa forme primitive et peut être très rapidement enlevée à la main : c'est très simple, mais encore fallait-il y songer !

Suivent les projections d'un grand nombre de clichés et plaques-modèles, grappes... (fig. 9 à 14), sur lesquelles le conférencier donne des explications, mettant en relief et les difficultés et les avantages des procédés employés.

Entre l'époque de la conférence et le moment de son impression, la maison

Bonvillain a réalisé d'importants progrès que les membres de la Société d'Encouragement apprécieront.

La machine A a été transformée et ses détails mis au point suivant les enseignements de l'expérience. La figure 15 montre la nouvelle machine dénommée A 3. Le réglage par en haut de la longueur du piston a été remplacé par un dispositif télescopique dont la manœuvre est plus simple et plus rapide que sur la machine A.

Enfin, un dispositif dit de « double serrage » a été ajouté. L'emploi de ce

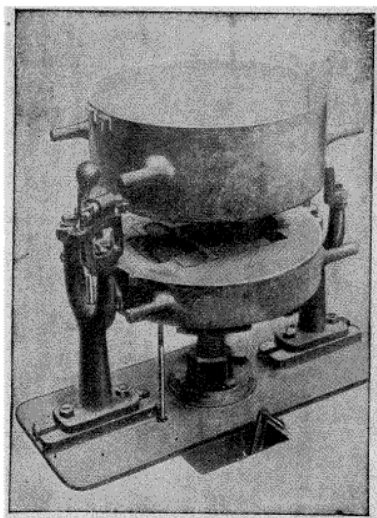


Fig. 20.

dispositif permet de donner un serrage supplémentaire par dessous à certaines parties du moule, telles que les noyaux, les couronnes d'engrenages.

Deux nouveaux types de machines intermédiaires entre ce modèle et la machine à vis ont été créés. Ces types dénommés A 4 et A 5 sont (fig. 16 et 17) plus rapides que le modèle A 3.

Un appareil, appelé distributeur de sable (fig. 18 et 19), complète heureusement les machines hydrauliques, particulièrement les modèles A 4 et A 5. Le but de cet appareil est de prendre dans une trémie placée près de la machine la quantité exacte de sable convenable pour un châssis et de la projeter d'un seul coup dans ce châssis. Tout cela se fait automatiquement par la simple manœuvre d'un levier.

Cet appareil permet d'atteindre des productions atteignant, dans certaines conditions favorables, jusqu'à 90 et 100 pièces de châssis à l'heure.

La machine à vis a été également réétudiée et perfectionnée dans ses détails.

La machine à assembler a été complètement remaniée, rendue plus simple et plus rapide (fig. 20).

Enfin, une grande machine hydraulique particulièrement bien adaptée à la confection des moules de grandes dimensions pour pièces mécaniques, carters d'automobiles, vannes d'arrêt, etc., a été mise sur le marché.

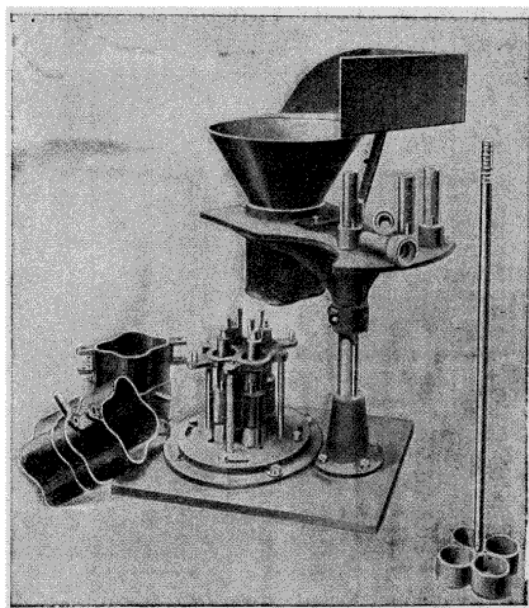


Fig. 21.

Le sable est contenu dans une trémie qui peut être amenée au-dessus de la machine. On le fait tomber dans le châssis en plusieurs fois, et à chaque opération on le serre à l'aide d'un fouloir de forme appropriée et très léger. Le démoulage est analogue à celui des machines courantes et s'opère à l'aide d'un transmetteur à la main ou à l'eau sous pression. L'emploi du peigne permet de sortir des obus ayant une longueur cylindrique de 200 à 300 millimètres sans aucune dépouille : Distance entre goujons : 320 millimètres; hauteur des châssis admis : 450 millimètres; hauteur du démoulage 450 millimètres.

La particularité de cette machine est qu'il n'existe plus de table fixe; les plaques-modèles sont fixées ou reposent sur des supports, variables en position, qu'on fixe suivant les besoins, là où il n'y a pas de nécessité de passer des dépoussoirs.

Il nous reste enfin à signaler une ingénieuse machine convenable pour la fabrication des pièces hautes, telles que boîtes d'essieux, obus, cylindres de broyeurs, etc. (fig. 21).

La production de cette machine est considérable et elle est heureusement complétée par une petite machine à assembler.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. Léon Masson**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur un ouvrage intitulé : **LES AUXILIAIRES ÉCONOMIQUES DES CHAUDIÈRES ET MACHINES A VAPEUR** et présenté par son auteur, **M. Joseph Carlier**, Ingénieur attaché au service d'électricité de l'Administration des Chemins de fer de l'Etat Belge.

MESSIEURS,

Le travail consacré par M. l'ingénieur Carlier à l'étude des appareils qu'il comprend sous le nom générique rappelé en tête de ce rapport est extrait des *Mémoires* de 1903 de l'Union des Ingénieurs de Louvain; il a été, pour la France, édité par les soins de M. Gauthier-Villars, et son auteur, en l'écrivant, s'est inspiré de la considération de l'importance sans cesse croissante qui s'attache à la diminution du prix de revient de la puissance mécanique obtenue par la vapeur :

Importance primordiale en effet, qui impose, à tout ingénieur soucieux des intérêts dont il a la charge, le devoir de se familiariser avec les engins susceptibles d'être ajoutés aux générateurs et aux machines en vue d'une plus satisfaisante utilisation de la chaleur, et qui, personnellement, a conduit M. Carlier à exposer les progrès accomplis et les principales applications réalisées dans cette voie, en s'étendant sur la description des procédés mis en œuvre pour ce même objet dans différents pays, et en réunissant dans son livre nombre de renseignements inédits ou disséminés jusqu'alors dans les publications techniques et les traités généraux de mécanique industrielle.

Pour remplir ce programme, l'auteur a divisé son travail en quatre parties distinctes, respectivement relatives aux appareils de chauffage, aux réchauffeurs, aux appareils de surchauffe, et aux condenseurs.

Dans le premier de ces chapitres, et à la suite de généralités sur la combustion, M. Carlier donne la description de divers foyers fumivores, et

insiste, à ce propos, sur les résultats du Concours spécial institué il y a quelques années par les soins de la Ville de Paris.

Puis il aborde successivement l'étude des foyers industriels ordinaires, des dispositions des foyers à pétrole, et de celles des foyers industriels spéciaux, dont il fait l'historique pour arriver, en fin de compte, aux chargeurs automatiques actuellement en usage : l'auteur procède, au sujet de ces derniers appareils, à un examen méthodique et descriptif très étendu, qu'il fait suivre de conseils pratiques et de conclusions.

En ce qui concerne les réchauffeurs, M. Carlier rappelle la distinction qu'il convient d'établir entre ceux qui utilisent la chaleur fournie par la vapeur d'échappement des machines et ceux, plus particulièrement appelés Économiseurs, qui soustraient du calorique aux gaz provenant de la combustion après que ces gaz ont léché la surface de chauffe de la chaudière ; et c'est suivant cette division même que l'auteur décrit des types également assez nombreux de dispositifs, en concluant, avec calculs et résultats d'essais à l'appui, à l'indispensabilité de l'emploi des appareils de ce genre dans toute station un peu considérable de production de puissance mécanique où l'on a recours à l'emploi de vapeur.

Dans son chapitre sur les appareils de surchauffe, et après un exposé historique des progrès de la question, accompagné de considérations théoriques et de renseignements expérimentaux, M. Carlier passe en revue la plupart des surchauffeurs employés à ce jour, et arrive, notamment, à cette conclusion, qu'en se fondant sur de nombreux résultats d'essais des plus sérieux, il apparaît comme bien évident que la surchauffe modérée de la vapeur s'impose dès à présent pour les installations de quelque importance telles que les stations centrales d'électricité.

L'étude des appareils de condensation, par laquelle se termine le travail dont nous présentons en ce moment la brève analyse, est, elle aussi, d'une assez grande étendue, et s'applique successivement, avec méthode et en détail, aux condenseurs par mélange et aux condenseurs par surface, y compris les aéro-condenseurs.

La description des uns comme des autres, — complétée lorsqu'il convient par celle des épurateurs, des réfrigérants, et des filtres dégraisseurs qui interviennent dans leur fonctionnement, — est d'ailleurs faite avec subdivision en appareils dépendants, pour le service d'un seul moteur, et en condenseurs indépendants ou centraux, pour le service simultané de plusieurs machines.

L'auteur, comme précédemment, a inscrit ses conclusions vers la fin du chapitre, qui, nous devons l'ajouter, contient également quelques détails sur les appareils servant à récupérer en partie les chaleurs perdues de la condensation, sur le récupérateur de notre savant collègue M. Rateau, sur diverses usines enfin, qui sont pourvues d'installations d'auxiliaires économiques de divers ordres.

Le livre dont nous venons de chercher à donner l'idée sommaire est, en résumé, d'une documentation très attentive : sa consultation, facilitée par une table méthodique et par un grand nombre de figures, est, à notre avis, appelée à rendre de réels services, et c'est dans cette même pensée, Messieurs, que votre Comité des Arts mécaniques a l'honneur de vous proposer l'insertion, au *Bulletin*, du présent Rapport, avec l'expression de remerciements à M. Carlier pour l'envoi de son intéressant ouvrage.

Signé : LÉON MASSON, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 12 mai 1905.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, sur le MASTIC AU ZINC POUR JOINTS DE VAPEUR de **MM. Bonneville et C^{ie}**.

Les joints de vapeur exigent l'emploi d'un mastic, dit mastic au minium, constitué par un mélange de composés plombiques et d'huile. La consommation de ce mastic est très importante, car si la dépense pour chaque joint est relativement faible, elle se répète à tout instant dans l'entretien des diverses parties des chaudières et de la tuyauterie. C'est ainsi qu'en France, la marine nationale consomme de 80 à 100 000 kilos de mastic au minium par an ; les grandes compagnies de navigation de la marine marchande au moins autant ; de même pour les compagnies de chemins de fer, à raison de 20 000 kilos par compagnie et par an ; les sucreries, — qui, en France, sont au nombre de 400, de 200 à 400 kilos ; il faut enfin y ajouter encore toute l'industrie mécanique, les usines ayant des générateurs à vapeur, etc.

Le mastic dit au minium est composé d'un mélange de minium et de céruse que l'on met en pâte avec de l'huile ; on y ajoute généralement une certaine quantité de matière fibreuse : chanvre, amiante, etc.

Le principal inconvénient du mastic au minium, c'est de se durcir dans les récipients, cependant hermétiquement fermés, où on le conserve, et cela, dans un temps relativement court, deux mois et demi ou trois mois ; après ce laps de temps, le mastic a besoin d'être retravaillé si l'on veut éviter sa mise hors d'emploi par un durcissement complet.

Un autre inconvénient est l'emploi de ce produit à base de minium et de céruse par des ouvriers mécaniciens qui l'utilisant accidentellement par petites quantités, au fur et à mesure des besoins du travail, ne peuvent pas, par insouciance et surtout par manque de temps, prendre les soins nécessaires pour diminuer le danger du contact de ce composé plombique avec la peau.

Pour ces raisons, il était intéressant de trouver un mastic ne durcis-

sant pas dans des limites de temps suffisamment étendues et ne présentant plus aucun danger pour la santé des ouvriers, grâce au remplacement du plomb par un corps inoffensif.

En vue d'éviter l'inconvénient du durcissement, on avait bien songé à proscrire toutes les huiles siccatives et à les remplacer par des huiles végétales non siccatives, celles d'olives, de colza, etc., ou par des huiles animales, celles de baleine, de cheval, etc., mais le durcissement se produisait toujours par suite, non de l'oxydation de l'huile, mais de la formation d'un savon dur par réaction de la matière grasse avec le composé plombique. En vain avait-on additionné la matière grasse d'huile minérale insaponifiable, le durcissement n'était que faiblement retardé.

MM. Bonneville et C^{ie}, qui exploitent à Saint-Denis une importante fabrique de couleurs et de vernis, et qui, produisant de grandes quantités de mastic au minium, en connaissaient bien les défauts et les dangers, ont réussi à fabriquer un nouveau mastic au zinc qui répond aux desiderata de la pratique et de l'hygiène et qu'ils soumettent à l'examen de la Société d'Encouragement.

Ce mastic au zinc est formé d'un mélange de gris de zinc et d'huile de bois (*wood oil*).

Le gris de zinc est un produit métallique, en poudre, recueilli dans la fabrication du blanc de zinc et que l'on a déjà utilisé avec un certain succès pour remplacer la céruse dans la peinture à l'huile lorsqu'il s'agit de donner une première couche sur une surface métallique non revêtue préalablement de minium.

L'huile de bois ou huile chinoise est une huile très intéressante, employée, en particulier, en Angleterre pour la fabrication du linoleum et qui jouit de la propriété de se transformer en un produit solide, sous l'action de la chaleur, par une simple polymérisation, sans avoir besoin d'emprunter de l'oxygène soit à l'air, soit à un corps oxydant. C'est ainsi que nous avons montré que cette huile chauffée simplement pendant quelques heures, en tube scellé, à 150° se transforme en une baguette, solide dans toute sa masse et parfaitement transparente. (Congrès international de Chimie de Berlin, de 1903, T. 2, p. 668.)

Vient-on à chauffer un mélange de gris de zinc et d'huile de bois, le mélange acquiert une dureté très grande, beaucoup plus rapidement que le mélange de minium et d'huile. Pour le vérifier, nous avons chauffé à l'étuve à 110°, comparativement, du mastic au minium et du mastic au

zinc; après trois heures, le premier commençait à prendre une certaine fermeté, lorsque le second était déjà presque complètement durci; après six heures, le premier conservait encore une certaine malléabilité tandis que le second avait une dureté telle qu'il résistait au choc. Dans les deux cas, le durcissement s'était produit sans boursofflement et sans changement sensible de poids.

A quoi est dû ce durcissement du mastic au zinc qui ne se produit plus au même degré si on remplace le gris de zinc par d'autres corps pulvérulents? Il est difficile de donner une explication, car la masse ne change pas d'aspect; mais ce qui est certain c'est que le mastic au zinc donne, à l'emploi, des résultats plus rapides et plus complets que le mastic au minium. Quant à la question de prix, elle est en faveur du mastic au zinc; il se vend, en effet, le même prix que le mastic au minium, mais, sa densité étant moitié, il revient en somme à un prix moitié moins élevé. D'autre part, l'usage qu'en ont fait, depuis deux ans, plusieurs compagnies de chemins de fer, a montré qu'il se conservait suffisamment longtemps dans les récipients sans durcissement avant l'emploi.

Ce qui est également très intéressant à signaler, c'est que ce mastic, ne contenant aucun composé plombique, est complètement inoffensif pour les ouvriers qui l'emploient.

Enfin il y a encore à indiquer l'intérêt de l'emploi de l'huile de bois qui est produite non seulement en Chine mais aussi, en grande quantité, en Cochinchine par l'arbre à huile, l'*Elæcocca Vernica*.

En résumé, MM. Bonneville et C^{ie} ont fabriqué un produit qui, depuis deux ans, a fait ses preuves, qui, en outre, évite aux ouvriers qui l'emploient le danger du maniement des composés plombiques et qui fournirait une nouvelle utilisation d'un de nos produits coloniaux.

Pour ces raisons, votre Comité des Arts chimiques a l'honneur de vous proposer de voter l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, afin de signaler aux industriels l'intéressant produit soumis à votre examen par MM. Bonneville et C^{ie}.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 12 mai 1905.

ACOUSTIQUE

SUR L'ACOUSTIQUE DES SALLES. — INSTRUMENT POUR LA DÉTERMINER, d'après
M. Sigm. Exner, professeur de physiologie à l'Université de Vienne (1).

On trouvera peut-être que c'est une entreprise hardie de ma part d'oser parler, quoique profane, au milieu des plus célèbres spécialistes de notre ville, sur un thème qui appartient à leur domaine, et qui est relativement éloigné du mien; si j'en ai le courage, c'est que les circonstances qui font que l'acoustique d'une salle est bonne ou mauvaise sont peu connues, en général, au dire même des architectes les plus éminents. On dit couramment que : « l'on ne peut pas calculer l'acoustique, » ou que : « l'acoustique est plus ou moins abandonnée au hasard », etc.

Bien que maint architecte soit en droit d'être moins fataliste sur le résultat de son entreprise, il n'en est pas moins indiscutable que les règles qui permettent d'éviter une mauvaise acoustique ne sont pas généralement connues ni suffisamment discutées; autrement, on ne construirait pas encore de nos jours ces salles de réunion qui mettent l'orateur et l'auditeur également au désespoir.

Je me souviens que, tout récemment, M. E. Javal a présenté, au nom d'une commission *ad hoc*, un rapport sur les moyens à employer pour améliorer dans une certaine mesure l'acoustique de la nouvelle salle des séances de l'Académie de Médecine de Paris. Nous n'avons pas besoin, d'ailleurs, malheureusement, d'aller si loin pour trouver de semblables exemples. Nos monuments du Parlement et de l'Université qui, du reste, à tout autre point de vue, sont des œuvres dignes de Hansen et du baron Ferstel, contiennent des salles dont l'acoustique est ridicule. La salle des séances du Collège des Professeurs, par exemple, est construite de façon que je ne comprends pas, souvent, ce que dit mon voisin.

Je n'ai pas besoin d'insister sur ce point : que la plupart des architectes se donnent beaucoup de peine pour flatter l'œil du spectateur qui entre dans la

(1) *Zeitschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten Vereines*, 1903.

salle, mais ne se tourmentent guère de savoir comment son oreille sera satisfaite. Et les salles dont j'ai l'honneur de parler sont des salles de réunion : elles servent, en première ligne, à entendre.

Je crains que, dans cette question, on n'ait trop pensé aux défauts de la théorie de l'acoustique et pas assez suivi les principes empiriques des recherches scientifiques, qui nous disent que, dans les mêmes circonstances, doivent apparaître les mêmes résultats.

Si on avait plus soigneusement considéré les particularités communes aux bonnes et aux mauvaises salles, en s'efforçant de reproduire les unes et d'éviter les autres, l'acoustique de bien des salles serait moins défectueuse.

J'alléguerai encore une autre circonstance, pour justifier ma conférence : je n'ai pas eu seulement à utiliser des salles dont l'acoustique était plus ou moins bonne, mais j'ai eu l'occasion, dans cette dernière décade, de m'occuper de la construction de deux nouveaux Instituts, avec leurs grandes salles de conférence et, par conséquent, d'aborder de très près ces questions. Je puis dire aussi que les amphithéâtres de ces deux Instituts sont doués, grâce à mes efforts, d'une acoustique particulièrement remarquable, de sorte que j'ai acquis une certaine expérience de ces choses.

D'après moi, l'acoustique d'une salle, relativement à une place quelconque de cette salle, dépend essentiellement de deux circonstances : 1^o elle est d'autant meilleure que les ondes sonores arrivent plus directement de leur point d'émission à l'oreille de l'auditeur ; 2^o elle est d'autant plus mauvaise que l'onde sonore provenant de l'écho est plus retardée et plus intense.

Ce dernier facteur, l'écho ou résonance, joue un rôle beaucoup plus important que le premier, car la voix d'un homme, si faible soit-elle, arriverait toujours à se faire entendre dans une salle même très spacieuse, sans l'écho. Je rappellerai seulement que dans les promenades en montagnes, principalement dans les champs de neige et les pâturages, on peut entendre la voix humaine d'une vallée à l'autre ; que, dans les nuits calmes, on entend l'aboiement du chien d'un village situé à 1 000 mètres au-dessous, et cela malgré la diminution de l'intensité sonore en fonction du carré de la distance. Dans ces cas, on peut aussi observer que les ondes sonores, comme les ondes lumineuses, se propagent en ligne droite ; que l'on n'entend sur une montagne éloignée que ce que l'on y peut voir ; que, par exemple, le bruit du chemin de fer ou du bateau à vapeur ne devient perceptible qu'au moment où il est visible dans la découpe de deux montagnes, et que ce bruit s'assourdit quand l'objet disparaît derrière l'obstacle. Il en résulte que les dimensions des montagnes et vallées sont grandes relativement aux longueurs des ondes sonores, et que le contournement de l'obstacle n'a lieu, comme dans le cas de la lumière, que lorsque ses dimensions ne sont pas très grandes, par rapport à la longueur d'onde.

En conséquence, si le rayon sonore qui va en ligne droite de la bouche de l'orateur jusqu'à l'oreille de l'auditeur existait seul, il suffirait toujours amplement dans les plus grandes salles, même dans le cas d'une voix très faible. Mais même en plein air, on a l'occasion d'observer l'action des réflexions.

Que l'on songe seulement au roulement du tonnerre dans les montagnes. Il n'est même pas nécessaire de pentes pour rendre l'écho sensible : de petits objets sans importance suffisent. Devant notre ville, au nord de la Donau, s'étend une vaste plaine, le Marchfeld, à travers laquelle passe une allée de peupliers : la Brünnerstrasse. Chaque automne, au moment des grandes chasses, on peut observer qu'un coup de feu tiré à plusieurs centaines de mètres de l'allée se répercute plusieurs fois en diminuant peu à peu d'intensité. Chaque arbre renvoie le son avec une force suffisante pour donner à l'oreille l'impression du coup de feu, l'intensité diminuant naturellement avec la distance de l'arbre réfléchissant.

Je ne donne cet exemple que pour indiquer combien doit être puissante l'action des parois d'une salle comparée à celle d'un simple peuplier dans le lointain.

Nous retrouvons également dans la nature des effets acoustiques analogues à ceux des murs. L'écho que produit chaque rocher est connu à satiété. On peut se faire très simplement une idée de l'effet nuisible de l'écho en se plaçant à 130 mètres de la paroi d'un rocher et en jouant une mélodie ; on entend directement l'onde qui vient d'être émise et, par réflexion, celle qui a été produite il y a une seconde.

On peut cependant observer, dans la nature, que certaines surfaces ont une influence favorable. Pour les habitants de nos montagnes, où les lacs sont si nombreux, c'est toujours un phénomène surprenant, bien que connu, que la grande netteté avec laquelle on entend des conversations, des chants, etc., d'une rive à l'autre. La condition, pour que cela ait lieu, est que l'onde sonore soit émise près de la rive ou sur un bateau, c'est-à-dire à une faible hauteur au-dessus de la surface de l'eau ; l'auditeur doit être placé de la même manière. Il s'agit ici également d'une réflexion, mais agissant favorablement pour l'oreille, car le rayon direct qui va en ligne droite à l'oreille du spectateur n'est que très légèrement plus court que celui qui se réfléchit sur la surface de l'eau, à mi-chemin. Dans ce cas, deux ondes ayant une différence de phase très minime arrivent à l'oreille en ajoutant leurs effets.

On peut aussi expliquer ces phénomènes d'une autre façon, en disant que, dans le cas ci-dessus, la force vive de l'onde sonore ne décroît pas avec le carré de la distance, parce que cette loi suppose une propagation sphérique de l'onde. Ici, la surface de l'eau, qui n'absorbe qu'une faible partie de l'énergie, permet la propagation hémisphérique, de sorte que l'énergie qui atteint l'oreille est

plus grande que ne l'exigerait la théorie. Si on suppose que la masse d'air est également limitée, en haut et sur les côtés, par des parois qui n'absorbent qu'une faible partie de la force vive de l'air, on obtient un tunnel ou un tube dans lequel le son se propage d'une façon excellente.

L'exemple de la surface de l'eau, appliqué à notre problème, me rappelle ce qui se passe fréquemment aux séances de la Société Viennoise des médecins. La salle des séances, quoique inaugurée en 1893, possède une très mauvaise acoustique; le conférencier se trouve entre la table du président et le public; s'il ne parle très fort, on lui crie fréquemment de se placer derrière la table présidentielle, car de là on l'entend mieux. En effet, il est alors situé devant le petit mur de la salle, et chaque onde vient d'abord directement à l'oreille du spectateur et, après réflexion, sur le mur. La différence de phase de ces ondes est très minime, car il se tient très près de la muraille. C'est une explication de la meilleure audition, quoique, peut-être, d'autres circonstances s'y ajoutent. D'ailleurs, je rappellerai que, dans le théâtre antique, l'exécution avait lieu en plein air, mais devant un mur ($\sigma\pi\eta\lambda\eta$); par conséquent, la construction du théâtre grec reposait déjà sur ce procédé.

La surface du plancher agit comme la surface du lac en général, dans la mesure où elle peut réfléchir, c'est-à-dire quand des chaises, banes, etc., n'empêchent pas ce phénomène. Il est indifférent que le plancher soit horizontal ou incliné. Quant au plafond, il joue un rôle très important.

Dans un grand nombre d'exemples, on peut se convaincre combien l'acoustique d'une salle basse est incomparablement supérieure à celle d'une salle haute. Il est évident que, plus le plafond est bas, plus est faible la différence de chemin entre l'onde directe et l'onde réfléchie et, par conséquent, plus est faible le trouble apporté par cette dernière. C'est la raison des abat-voix placés au-dessus des chaires dans les hautes églises, ainsi que de la coutume romaine de disposer au-dessus du prédicateur un dais en toile ou en étoffe colorée qui s'avance jusqu'au milieu de la nef (1). Doit-on donc bâtir des salles basses seulement? Je voudrais répondre oui, mais je sais bien qu'une salle de réunion sert à plusieurs fins. Une salle d'école qui a la hauteur d'un étage possède toujours une acoustique excellente; mais une salle qui doit contenir plusieurs centaines d'élèves est toujours d'une hauteur plus grande et, dès lors, les difficultés acoustiques apparaissent. Les motifs d'une hauteur plus grande sont dus à des considérations esthétiques et à la nécessité d'offrir à chaque assistant un cube d'air déterminé.

En ce qui concerne les premiers motifs, j'exprimerai mes vues en disant

(1) Consulter : *Die akustischen Verhältnissen einiger römischen Kirchen Centralblatt der Bauverwaltung*, 1891, XI, 188 et 191.

que, lorsqu'il s'agit de bâtiments qui doivent recevoir des affectations bien déterminées, le premier principe de beauté, c'est une appropriation au but.

Gottfried Semper a dit dans son ouvrage fondamental *Le Style* : « Il n'y a pas de règles universelles en fait de beauté, mais simplement des formes, des lignes, des ornements, etc., qui doivent se plier à la matière et aux buts que doit remplir l'œuvre. » Il en sera de même pour notre salle ; elle doit d'abord remplir son but, l'artiste ingénieux trouvera encore assez d'occasion d'en rendre l'aspect attrayant par d'habiles additions, et, si cela lui est difficile par suite de considérations pratiques, qu'il se console en songeant que le public, qui tient toujours à ses souvenirs de jeunesse : temples grecs, cathédrales gothiques, etc., doit peu à peu s'habituer au nouvel idéal de beauté, comme il s'est déjà habitué, au cours des années, aux ponts métalliques, aux lustres à gaz et électriques, aux meubles en bois courbé, aux maisons de fer et de verre, etc.

La seconde raison de la hauteur exagérée des salles est, comme nous l'avons dit, le besoin d'air, indubitablement. Autant je reconnais qu'il est nécessaire, dans les petits bâtiments : les écoles de village, par exemple, d'en calculer le volume suivant le nombre de têtes, autant je trouve cela superflu dans les grands établissements qui sont munis de tous les perfectionnements mécaniques modernes. Le moyen ici d'amener de l'air est la ventilation. Je n'entends pas par là, naturellement, l'ouverture de quelques trappes inutiles, mais une ventilation sérieuse au moyen d'air soufflé, chaud en hiver et froid en été, et qu'on puisse faire varier facilement. Ce procédé remplace et dépasse de beaucoup le procédé actuel des grandes masses d'air stagnantes dans de hautes salles. L'auditeur s'en trouve bien mieux, même si le plafond devait être à un mètre au-dessus de sa tête, comme cela arrive dans les amphithéâtres très ascendants.

Il est si facile aujourd'hui de mettre un ventilateur en marche au moyen d'un moteur électrique que ce moyen devrait être généralement employé pour assurer le renouvellement de l'air. Quel que soit le prix de cette installation, une bonne acoustique n'est jamais trop chère ; d'ailleurs, cette dépense est largement compensée par l'économie de matériaux due à la plus faible hauteur et par celle réalisée sur le combustible. Que l'on songe aux difficultés, dans une salle très haute, de chauffer toutes les couches d'air, en particulier dans les salles dont le temps d'utilisation est très court, par exemple, dans les salles de conférences qui ne servent qu'une heure par jour. Évaluons seulement ce que l'on aurait gagné en combustible, en acoustique et en matériaux, si la hauteur de chaque étage était réduite de moitié dans les bâtiments de notre Université. Cela eût été possible, au moins pour les grandes salles, en adoptant une ventilation mécanique, et ce serait, en même temps, un moyen de remédier au manque de place, qui augmente chaque année. C'est ainsi que la salle du Parlement de Londres ne possède une bonne acoustique que depuis que l'on a

abaissé le plafond, sans considération pour les immenses fenêtres gothiques, dont on utilisait auparavant la principale division transversale.

Dans les amphithéâtres, où il s'agit non seulement d'entendre, mais de voir : par exemple, en physique, chimie, anatomie, et pour toutes les sciences expérimentales, l'étudiant doit être placé aussi près que possible du professeur.

Vers l'année 1860, le nombre des étudiants en médecine s'était accru considérablement, et c'est à peine si la moitié des auditeurs inscrits pouvaient prendre place dans les salles de cours. Mon prédécesseur, E. v. Brücke, consulta le comte Henri von Ferstel, architecte, sur la possibilité d'un agrandissement de la salle de l'Institut de physiologie. Cette salle était située au second et dernier étage, dont elle prenait tout le front. Un agrandissement sur le côté était donc impossible. Il en était de même dans le sens de la profondeur. L'amphithéâtre resta donc tel qu'il était, mais le plafond fut démoli et on établit une galerie très inclinée, pénétrant assez avant dans l'ancien grenier et descendant très bas par rapport à la profondeur de la partie inférieure.

Le nouveau plafond, ascendant d'avant en arrière, fut terminé en voûte afin de permettre aux assistants du dernier banc de se tenir debout ; mais, en montant sur le banc, on pouvait l'atteindre avec la main. On put alors constater, qu'en chaque point de la salle, mais particulièrement sur les derniers bancs de la galerie, on entendait d'une manière parfaite, mieux qu'en aucune autre salle, même plus petite. Je me souviens que ces dernières places portaient des numéros au-dessus de 400.

Mon avis est de faire deux galeries superposées en amphithéâtre. Les deux salles à la construction desquelles j'ai pris part sont bâties sur ce principe et donnent d'excellents résultats. Elles servent à l'enseignement de la physiologie, c'est-à-dire avant tout, à la présentation d'essais pratiques. A ce point de vue, ce sont les meilleures salles que je connaisse.

La figure 1 montre la section transversale de cette salle, la figure 2, le plan.

On remarque immédiatement combien les 110 places de la galerie sont plus rapprochées du professeur et de la table d'expériences que si elles étaient adossées au plancher. En fait, cette salle, dont la superficie est de 160,5 mètres carrés contient 308 places numérotées, dont la plus éloignée du conférencier est à une distance de 11,2 mètres. De chaque place, on voit la chaire et le tableau, et on entend si bien le professeur que même les mots chuchotés sont compris, ainsi que j'ai pu m'en assurer fréquemment.

Comme il s'agit de voir et d'entendre, le problème était très voisin de celui de la construction des théâtres, et on voit qu'il a conduit à un résultat assez semblable ; seulement, comme il n'était pas nécessaire de disposer plusieurs galeries, on a pu donner à l'unique galerie une plus grande profondeur. Il eût peut-

être été préférable de disposer les séries de bancs non pas en ligne brisée, mais en hémicycle, et, par suite, de donner au plafond une forme légèrement tronconique. Des raisons d'économie m'empêchèrent de réaliser ce vœu.

Je n'aurais jamais osé faire exécuter une semblable salle en m'appuyant seulement sur des considérations purement théoriques. J'avais déjà acquis une certaine expérience sur ce mode de construction, et cela devait être un service de ma part, d'avoir maintenu mon système, malgré l'opposition des techniciens.

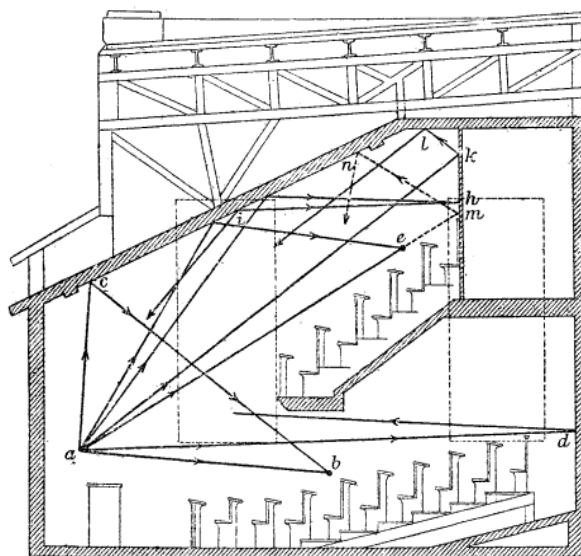


Fig. 1.

J'ai parlé de résultats d'expérience, mais il ne sera pas difficile d'en trouver les raisons théoriques (1). Considérons à cet effet la salle de l'Institut de physiologie. Soit un auditeur en b , le conférencier étant en a ; les ondes sonores qui arrivent à l'auditeur sont de deux sortes : l'onde directe ab , et l'onde réfléchie abc , dont la différence de phase avec la première n'est pas négligeable, mais dont l'intensité est faible à cause de sa direction première. Au sujet du point b , il n'y a pas d'autre rayon réfléchi à considérer. Pour les bancs situés au fond, les rayons réfléchis manquent totalement. Un rayon passant au-dessus de l'auditeur b se réfléchit sans inconvénient en d , peut revenir sur le mur de front et ainsi de suite; dans ces réflexions successives, il s'affai-

(1) Voir : *Sturmhæfel, Akustik des Baumeisten; Ueber die Akustik der sale, St. Gallen, 1886.*
Tome 107. — Mai 1905.

blit très vite, car il perd chaque fois une partie de sa force vive. Considérons maintenant un spectateur placé sur la galerie en e , il recevra deux ondes sonores, l'onde directe ae et l'onde réfléchie par le plafond. Cette dernière, par suite de la faible différence de chemin parcouru ne produira aucun trouble. Une onde moins ascendante, réfléchie en h et i , n'a pas d'action nuisible, elle ne reviendra dans l'auditoire qu'après plusieurs réflexions. Il en sera de même pour une onde encore plus inclinée, telle que akl . Les ondes telles que aem , au contraire, peuvent être dangereuses, parce qu'elles retournent dans l'audi-

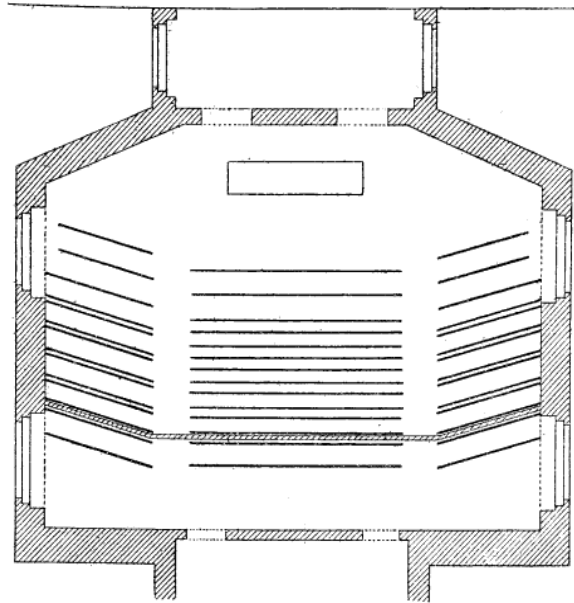


Fig. 2.

toire, mais elles sont d'ailleurs très affaiblies par les spectateurs et deux réflexions successives; de plus, elles se bornent aux faisceaux compris entre am et ak .

Les réflexions dues aux parois latérales jouent un faible rôle à cause des fenêtres (figure 2).

L'habitude de disposer une cimaise entre les murs et le plafond est, à mon avis, déplorable pour l'acoustique des salles. Examinons, à cet effet, comment se produisent les réflexions, lorsque les deux surfaces se joignent à angle vif : choisissons pour cela deux ondes parallèles (A et B), situées dans un plan perpendiculaire à l'arête de l'angle dièdre. Dans la figure 3, I, l'angle est aigu; il se produira, suivant les circonstances, un nombre plus ou moins grand de

réflexions, et l'onde retournera dans l'auditoire. Comme, à chaque réflexion, elle perd beaucoup de sa force vive, on peut dire que cette disposition est propre à faire disparaître l'écho. Un tel angle aigu se trouve dans la salle dont nous avons parlé (fig. 1) entre le plafond et le mur du fond, sauf dans la partie postérieure.

Quand les deux surfaces se rencontrent à angle droit, les conditions sont déjà moins favorables. L'onde est encore deux fois réfléchi avant de retourner

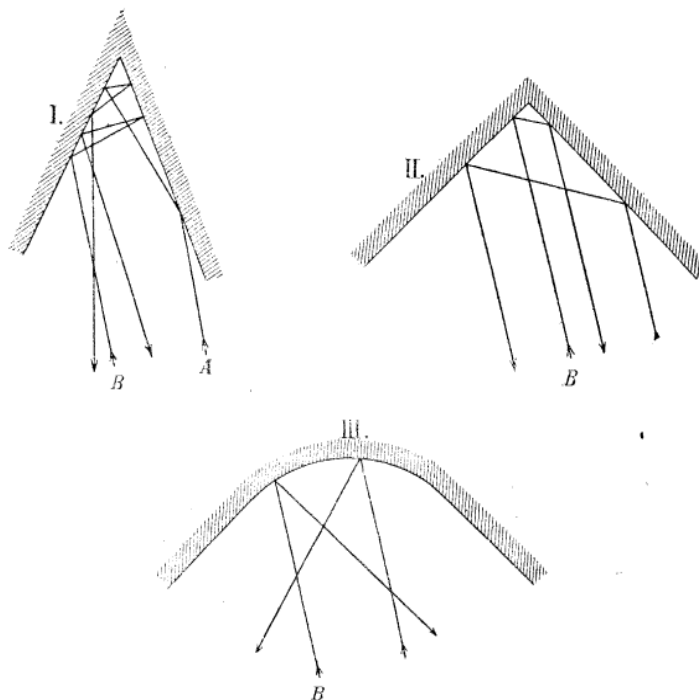


Fig. 3.

dans l'auditoire (fig. 3, II), en restant parallèle à sa direction primitive. On sait, en effet que, dans un angle solide formé par trois plans perpendiculaires entre eux, les rayons (à part ceux qui sont parallèles à l'un des plans) sont réfléchis parallèlement à leur direction initiale.

La cimaise (fig. 3, III) au contraire, agit comme un miroir concave ; elle concentre les ondes réfléchies en une certaine région de la salle. La figure 4 nous montre une salle dans ce cas, avec un plancher légèrement incliné. Supposons un auditeur en b , il reçoit de l'orateur une onde directe ab et une onde réfléchi par le plafond abc ; cette dernière possède un certain retard et agit, par

conséquent, très défavorablement. On aura, en outre, à considérer les ondes réfléchies telles que adb , et peut-être aussi a/b , qui viennent encore augmenter le trouble.

Même dans le cas où les conditions seraient moins défavorables, on doit toujours craindre, de la cimaise opposée à l'orateur, une tendance à concentrer l'écho vers l'auditoire.

La figure 5 nous représente une salle analogue à celles de notre Université; on voit que les ondes sont réfléchies d'après le principe du miroir concave, et se

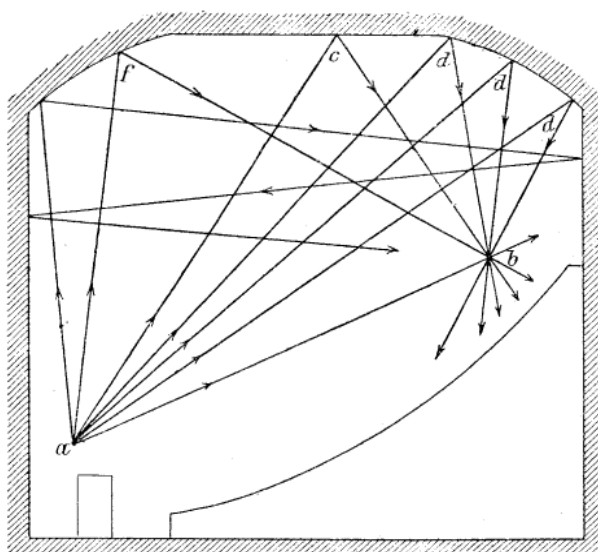


Fig. 4.

concentrent dans l'auditoire. Il ne faut pas oublier que le public lui-même est, dans une certaine mesure, la cause d'ondes réfléchies qui, après une seconde réflexion sur le plafond, s'ajoutent aux premières. Je n'ai d'ailleurs jamais vu, depuis de longues années que j'observe ces faits, de salles munies de cimaises et possédant une bonne acoustique. Lorsqu'elles sont de petites dimensions, l'acoustique de la salle peut rester passable, mais elles nuisent toujours. Des courbures de tout autre genre possèdent les mêmes inconvénients; c'est ainsi, par exemple, que Javal parle d'une salle au Trocadéro, au fond de laquelle se trouve une niche qui engendre un écho insupportable. Cette niche a sans doute sensiblement la courbure d'un cylindre à axe vertical. La partie du public qui est assise dans le voisinage du foyer de cette surface courbe entend d'abord l'onde directe et, un instant après, l'écho qui se concentre en cet endroit. Ceci

permet de comprendre pourquoi on entend différemment aux différents points d'une salle. La grande salle des fêtes de l'Académie des sciences de Vienne se distingue par une acoustique particulièrement détestable. Il y a quelques années, s'y trouvait un amphithéâtre légèrement ascendant, derrière lequel se trouvaient les escaliers d'entrées. Pendant que, de l'estrade, on entendait à grand'peine ce qui se disait à la tribune, on entendait au contraire excellemment d'un point situé derrière l'estrade, d'où l'on ne pouvait pas voir l'orateur.

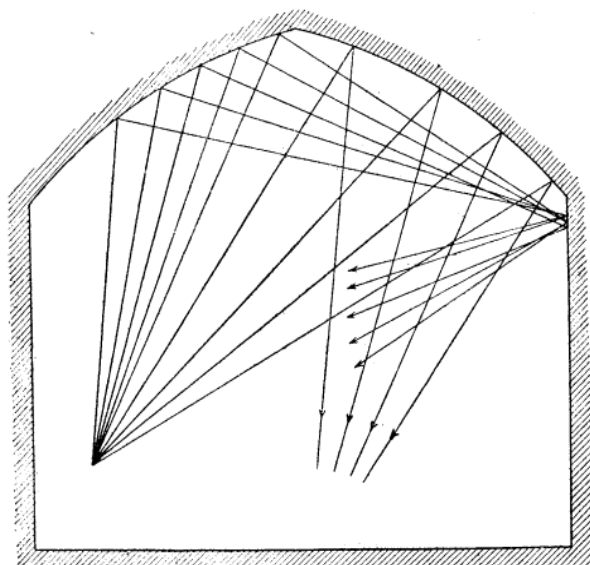


Fig. 5.

Dans cet étroit espace, les ondes directes, arrêtées par l'estrade et le public, ne pouvaient arriver, mais les ondes réfléchies venaient sans nul doute s'y concentrer. On s'expliquera aussi pourquoi, en certains points d'une salle de concert, on entend des sons particuliers, très renforcés ou très affaiblis, lorsque le rayon réfléchi produit une interférence avec le rayon direct.

Les salles dans lesquelles on doit surtout entendre, voir n'étant qu'une condition de second ordre, doivent être longues et étroites. Elles fonctionnent comme un tunnel, un tube acoustique. Comme exemple, nous pourrions citer certaines nefs d'église, la grande salle des fêtes du nouvel Hôtel de Ville de Vienne et aussi le Gürzenich de Cologne, dont les dimensions sont dans la proportion de 55 à 22.

On a bien souvent parlé des moyens propres à améliorer l'acoustique d'une salle, défectueuse à ce point de vue. Ils consistent à diminuer, autant que pos-

sible, l'intensité de l'onde réfléchie. Cette dernière est en général d'autant plus forte que la surface réfléchissante est plus dure et plus polie. *Sabine*, à propos de ses recherches sur l'acoustique des salles, a mesuré l'action absorbante de certaines substances, et les donne dans le tableau suivant. L'extinction de l'écho au moyen d'une fenêtre ouverte étant posée égale à 1, on a obtenu les coefficients d'absorption suivants :

Cloison de bois.	0,061
Parquet.	0,034
Verre.	0,027
Carrelage.	0,025
Ciment Portland.	0,025

Il résulte des expériences que ces moyens n'agissent que dans des limites très étroites. Dans l'installation d'une salle, il faudra toujours s'arranger pour que les ondes réfléchies nuisibles soient dirigées vers un plafond ou un plancher en bois et non en pierre.

Tous ceux qui se sont occupés activement du problème de l'acoustique des salles ont éprouvé combien il est regrettable de n'avoir pas d'autre moyen de comparaison que l'oreille, le souvenir des impressions auditives étant souvent infidèle. En conséquence, je me suis efforcé de créer un instrument permettant de déterminer certains facteurs dont dépend l'acoustique d'une salle de manière à pouvoir établir des comparaisons d'après ces chiffres.

Permettez-moi de vous prier de faire avec moi une expérience bien simple ; bouchons-nous tous nos oreilles, je vais faire partir une amorce et, dès que vous me verrez faire cette opération, vous éloignerez vos doigts des oreilles. Vous croirez alors entendre une seconde fois la détonation ; cela signifie que vous avez d'abord entendu le bruit d'une façon très affaiblie et que vous entendez ensuite l'écho, après que les oreilles sont devenues libres, très peu de temps après.

L'appareil dont je vais parler, l'acoustimètre, est fondé sur le même principe ; il permet de mesurer : 1° l'intensité du son ; 2° la durée de l'écho (1) ; 3° l'intensité de l'écho après un temps donné.

Dans mes essais, j'ai déterminé cette dernière grandeur après une demie et

(1) Après que j'eus construit et présenté mon appareil (Karlsbad, 1902), j'appris que *Sabine* avait également mesuré la durée de l'écho. Il utilisait comme source sonore un sifflet actionné sous pression constante ; le courant d'air était arrêté brusquement, et on observait la durée de l'écho. L'arrêt du sifflet était enregistré par un chronographe, le moment où l'observateur cessait d'entendre l'écho était également transmis à l'enregistreur par une pression de doigt. La différence était la durée de l'écho. La différence essentielle avec mon procédé est que dans ce dernier le contraste entre l'intensité de l'onde primitive et l'écho est évitée.

une seconde. Les facteurs les plus importants dont dépend l'acoustique sont ainsi déterminés.

Le principe de cet appareil est très simple : comme source d'onde sonore, j'emploie une capsule au fulminate, que l'on fait détoner sur la tribune de l'orateur, et je remplace l'oreille par un téléphone de Siemens, dont le transmetteur se trouve dans une chambre éloignée; d'autre part, un contact électrique permet à l'observateur placé au téléphone de faire partir la capsule.

1° Afin de déterminer l'intensité du son, le circuit du téléphone est muni d'une résistance accessoire, dont l'observateur déplace le contact jusqu'à ce qu'il n'entende plus le bruit de la détonation. La mesure est donnée par la position du contact qui se déplace sur une règle graduée. Au bout de 7 à 10 essais, on a déterminé la position exacte du contact. Pour ces expériences, il est nécessaire qu'un assistant, placé dans la salle, remplace chaque fois l'amorce.

2° Dans le but de déterminer la durée de l'écho, un contact est disposé dans le circuit du téléphone de manière à ne fermer ce dernier qu'un certain temps après la détonation. L'observateur n'entend plus le coup, mais seulement l'écho, et il doit s'arranger pour que cette différence de temps soit telle qu'il ne perçoive également plus l'écho.

3° Pour déterminer l'intensité de l'écho après un temps donné, après une seconde par exemple, on s'arrange pour que la communication entre les deux téléphones ne s'établisse qu'une seconde après le départ du coup et que le courant passe par la résistance accessoire. Dans ce cas également, on déplace le contact jusqu'à ce que l'écho ait disparu.

La figure 6 indique la disposition de l'appareil et ses connections; la figure 7 en représente les parties essentielles. A indique le rhéostat; B son contact mobile, qui se déplace devant une règle graduée de 0 à 100; C désigne le commutateur, dont les deux clefs permettent d'établir les diverses connections; D est l'axe d'un balancier horizontal, mis en mouvement au moyen d'un ressort dès qu'on lève le déclanchement E. A cet effet, on appuie sur le levier F; le contact en F et G s'établit en même temps et la capsule éclate dans la salle. Le balancier horizontal est muni d'une came H qui, pendant l'oscillation, rencontre le contact *j* et ferme ainsi le circuit du téléphone. Le contact *j* est mobile autour de l'axe du balancier et glisse sur un cadran divisé au moyen de la poignée *k*. Une courbe établie empiriquement donne le temps écoulé entre l'abaissement du levier F (départ du coup) et l'établissement du contact en *j* (fermeture du circuit du téléphone).

La figure 6 donne les autres indications nécessaires pour comprendre le fonctionnement de l'appareil. La salle dont on se propose d'étudier l'acoustique est située à gauche de *aa*; on y voit comment le percuteur *b*, mis en mouvement par l'électro-aimant *c*, produit la détonation.

Après chaque coup, l'assistant arme le chien et remet une capsule neuve. Le téléphone *d* est placé en regard du percuteur, à l'endroit de la salle dont on veut déterminer l'acoustique. A droite de *aa*, est représenté le poste de l'observateur, placé devant le téléphone transmetteur *e*. Suivant qu'il veut faire l'une ou l'autre des déterminations il établit les connexions correspondantes : 1, les

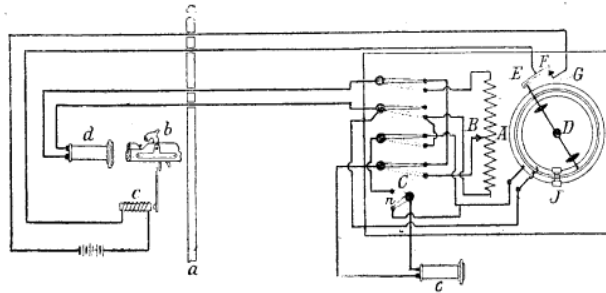


Fig. 6.

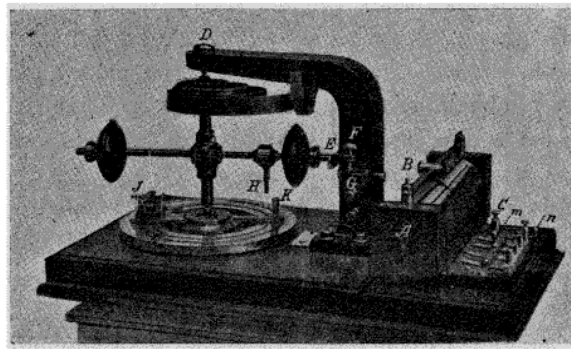


Fig. 7.

quatre commutateurs *C* sont déplacés de leur position actuelle, et mis dans la position indiquée par le pointillé; 2, le commutateur *n*, dont les deux positions sont dessinées de la même façon; 3, le contact *B* le long de résistance; 4, le contact *J* au balancier horizontal. Enfin, il détermine la détonation en appuyant sur le levier *F*. Quand le balancier fonctionne, il doit, après chaque expérience, remettre ce dernier à sa position initiale et interrompre le contact qui s'est établi en *J*.

Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de déterminer l'écho au bout d'une seconde, la pièce mobile *J* sera placée à la division 69, pour laquelle la came 4

vient établir le contact une seconde après le départ du balancier. Les commutateurs c sont placés dans la position dessinée en pointillé, le commutateur n dans la position dessinée en traits pleins. Enfin, le contact B est placé vers la division 1.

L'observateur, pendant qu'il écoute en e , appuie sur le levier F. Si, au bout d'une seconde, il entend encore le bruit sourd de l'écho, il place le contact B à une division plus élevée, et répète l'expérience. On continue ainsi jusqu'à ce que l'écho ne soit plus perçu dans le téléphone. Avec un peu d'habitude, on arrive à des résultats très satisfaisants et assez rapides. Il est nécessaire que le poste d'observation soit éloigné des bruits de la rue ou de toute autre cause de trouble.

Il est évident que les chiffres ainsi obtenus n'ont une signification que par rapport à un appareil donné ou à un autre construit dans les mêmes conditions, car ces valeurs dépendent de la sensibilité du téléphone et de la résistance des conducteurs. Dans la salle des fêtes de l'Académie des Sciences de Vienne, par exemple, que j'ai déjà indiquée comme possédant une mauvaise acoustique, j'ai pu, sans autre instrument qu'une montre, entendre l'écho pendant six secondes consécutives; avec l'appareil, au contraire, j'ai mesuré une durée notablement plus faible. Il n'est pas indifférent d'écouter directement ou avec le téléphone. Le nombre ainsi trouvé n'a de valeur que comparé à celui trouvé avec le même appareil dans une autre salle.

Je me permettrai de communiquer ici quelques-uns des résultats obtenus et qui intéresseront certainement les personnes qui connaissent les salles dont je vais parler :

Je commence, pour donner un terme de comparaison, par une salle ordinaire, mon bureau de l'Institut de physiologie. Sa surface est de 6×4 mètres et sa hauteur de $3^m,70$. Pendant l'essai, les deux fenêtres et les trois portes furent fermées. Le percuteur et le téléphone récepteur furent placés à une distance de $1^m,45$, suivant le grand axe de la salle.

Intensité de l'onde sonore	99,4
Durée de l'écho	0,58 sec.
Intensité de l'écho après 0,5 sec.	61
— — — — — 1 sec.	0

Les nombres trouvés pour l'intensité de l'onde et de l'écho ne sont pas comparables entre eux; ils ne le sont qu'avec les valeurs trouvées pour le même facteur des essais différents. Comme la mesure de l'intensité du son ne peut dépasser 100, il en résulte que, dans cette chambre, la perception de l'onde directe est excellente (cette valeur dépasse toujours 90 dans les salles les plus diverses).

L'écho a une durée supérieure à une demi-seconde et, au bout de ce temps, il est encore assez intense. Par suite du volume relativement petit de la salle, il se produit un grand nombre de réflexions dans l'unité de temps sur les murs, le plancher et le plafond; à chacune d'elles, une partie de la force vive est anéantie, et l'intensité tombe rapidement, d'après le décrement logarithmique. C'est la raison du fait que l'on entend mieux dans les petites salles que dans les grandes, à distance égale.

Comparons maintenant ces résultats avec ceux obtenus dans le grand escalier de l'ancien Institut de physiologie et d'histologie. Cet escalier a quatre étages, de chacun desquels part un long corridor.

L'expérience fut exécutée au dernier étage, le téléphone fut placé à une distance de 3 mètres de la capsule de fulminate; les résultats furent les suivants:

Intensité du son.	99,3
Durée de l'écho.	1,63 sec.
Intensité de l'écho après 0,5 sec.	86
— — — — — 1,0 sec.	70

L'intensité du son est la même que dans le cas du bureau, car une différence de 0,1 est de l'ordre des erreurs d'expérience. Par contre, l'écho dure presque trois fois plus longtemps; après une seconde, il est encore plus intense que dans le cas précédent au bout d'une demi-seconde.

J'ai mentionné plus haut la déplorable acoustique de la salle des séances de notre corps médical de professeurs dans laquelle j'entends à peine mon voisin.

On a maintenant amélioré cette salle en disposant, le long de l'importante cimaise, un tissu à larges mailles, qui remplace partiellement le plafond, tout en laissant voir la beauté de la voûte. A la suite de cette amélioration insuffisante, j'ai eu l'occasion de déterminer l'acoustique de cette salle destinée à contenir environ 35 membres. Je plaçai d'abord le percuteur sur la table du président, puis à la place de mon voisin, le téléphone récepteur étant à ma place, c'est-à-dire respectivement à 5 mètres et à 0^m,50 de la source sonore. J'indique ci-dessous les nombres obtenus dans le premier amphithéâtre de physiologie, destiné à 250 personnes et de beaucoup plus vaste; dans ce dernier cas le percuteur était placé sur la chaire.

Les différences dans l'intensité du son s'expliquent en partie par l'éloignement du téléphone récepteur de la source sonore, en partie également par les erreurs d'observation. L'exactitude des mesures est limitée essentiellement par l'inégalité de détonation des différentes capsules. Au point de vue de la durée de l'écho, une différence évidente existe entre les deux salles; il en est de même au point de vue de l'intensité de l'écho après une demi-seconde. Au bout d'une seconde, elle n'est plus ou à peine perceptible dans la salle dont le plafond et la

galerie sont également inclinés, tandis qu'elle comporte encore des nombres élevés dans la première salle.

Pour vérifier si cela est dû au hasard, nous allons comparer une autre salle de l'Université, la salle Rigoros de la Faculté de médecine, avec la salle définitive de l'Institut de physiologie, en remarquant que la première est destinée à un auditoire de 50 personnes, tandis que la seconde contient 308 places. Ces mesures, ainsi que toutes les autres, sont effectuées la salle étant vide.

Endroit de la détonation.	Place du téléphone récepteur.	Intensité du son.	Durée de l'écho en 0,01 sec.	Intensité de l'écho après 0,5 sec.	Intensité de l'écho après 1 sec.
Table du président (salle des professeurs).	Place d'un membre 5 mètres de distance.	99	142	94	75
Place d'un membre.	Place voisine distance 0 ^m ,5.	99,2	149	94	65
	Sur le dernier banc du parterre, distance 12 ^m ,3.	97	101	77	0
Chaire de la salle I de physiologie.	Sur le premier banc du parterre, distance 2 ^m ,2.	98	106	80	0
	Milieu de la galerie, distance 9 mètres.	96	113	74	3
Table d'examen de la salle Rigoros.	La même table à environ 2 mètres.	99,5	143	96	65
	Milieu du premier rang, distance : 2 ^m ,86.	99,7	129	96	5
	Milieu du dernier rang, distance : 10 mètres.	97,5	74	86	0
	Milieu du premier rang (galerie), distance : 5 ^m ,4.	96,5	102	78	0
Chaire du II ^e amphithéâtre de physiologie.	Milieu du dernier rang (galerie), distance : 9 ^m ,75.	99	102	89	0
	Place extrême du premier rang de la galerie, distance : 8 ^m ,27.	93,5	96	79	0
	Place extrême du dernier rang (galerie), distance : 11 ^m ,08.	99	102	84	0

On voit de nouveau la longue durée de l'écho, dans la mauvaise salle, et particulièrement sa plus grande intensité pendant la deuxième moitié de la

seconde qui suit la détonation. De la comparaison des valeurs trouvées pour les différentes places de la salle, il ressort que l'onde directe est d'autant plus faible qu'elle est plus éloignée de la chaire, ce qui est évident d'ailleurs. Cependant les places qui sont adossées aux murs ne suivent pas cette règle, et donnent des valeurs plus élevées. Une de ces places, par exemple, a donné le nombre 99, alors que la place dont l'intensité est 97,5 est à une distance d'environ 1 mètre de la paroi.

L'expérience journalière indique également que l'on entend particulièrement bien à ces places. La raison en est probablement que l'onde réfléchie sur le mur arrive à l'oreille de l'auditeur avec un retard très minime sur l'onde directe, qui se trouve ainsi renforcée.

J'ai déterminé de la même façon l'acoustique de la grande salle des fêtes de l'Université, ainsi que de la salle des séances et de la salle des fêtes de l'Académie des Sciences. Les valeurs obtenues ne nous enseignent rien de particulier; cependant, ceux de la dernière salle sont tout à fait typiques. Le percuteur fut placé sur la tribune et le téléphone récepteur sur l'avant-dernier rang, à une distance d'environ 11 mètres.

Les résultats furent les suivants :

Intensité du son.	93
Durée de l'écho.	1,81 sec.
Intensité de l'écho après 0,5 sec.	78
— — — — — 1,0 sec.	75

La faiblesse de l'intensité, qui d'ailleurs dépend de l'éloignement, est surprenante; vient ensuite le lent tintement de l'écho qui, ainsi que je l'ai déjà dit, peut être entendu pendant plus de 6 secondes. Je n'ai rien trouvé d'analogue dans mes autres mesures, sauf toutefois pour l'escalier, dont les constantes acoustiques sont données plus haut.

Avant de terminer, je me permettrai de répondre encore à une question, qui a dû se poser dans l'esprit de plus d'un assistant, au risque de parler de choses connues. Je veux parler de la question : D'où vient que certaines salles prolongent le son pendant plusieurs secondes, alors que la plupart des auditeurs n'en remarquent rien, ignorant même ce phénomène? Ils sortent de la salle en disant qu'ils ont mal entendu, mais ils n'en savent pas la cause.

Je répondrai qu'il s'agit là d'un phénomène général des perceptions, qui peut s'exprimer ainsi : dans le cours de la vie, nous nous habituons à ne pas tenir compte des impressions sensorielles qui sont pour nous sans importance pratique ou même nuisibles.

Pas un myope ne remarque les cercles de dispersion des points éclairés qu'il observe; personne ne remarque l'ombre des vaisseaux sanguins de la ré-

tine ; dans tous ces cas, on dit seulement qu'on a mal vu tel ou tel objet. Mais quant à dire que ce sont les cercles de dispersion ou les vaisseaux de la rétine qui nous cachent ces objets, nous ne le remarquons pas plus que la disparition des paroles de l'orateur dans l'écho produit par les mots précédents. — J'entendais un jour une dame dire, avec indignation, d'un tableau moderne : — « Quelle folie ! Je n'ai jamais vu de vache bleue ». Je lui répondis : « Vous êtes dans l'erreur. De même qu'une feuille de papier blanc paraît bleue si elle est vue à travers un verre bleu, de même la peau blanche d'une vache, si elle est éclairée par un ciel bleu et non directement par le soleil, apparaît colorée en bleu. »

Nous ne remarquons pas, en général, ces colorations, qui sont parfois d'un beau bleu, parce que les conditions d'éclairage qui les produisent n'ont pas continué de nous intéresser. Nous ne pensons qu'à la propriété physique de chaque objet d'absorber telle ou telle radiation de la lumière solaire, ou même aucune. Quand nous disons que la vache est blanche, nous exprimons que sa peau a la propriété de paraître blanche en lumière blanche et conséquemment bleue en lumière bleue, rouge en lumière rouge, etc. Voilà la propriété importante de cette peau au point de vue pratique. Quant aux changements de couleur qui interviennent, lors des modifications de l'éclairage, par exemple au passage des nuages, nous n'en tenons pas compte, nous les ignorons.

Nous avons, au contraire, une idée très arrêtée que cette peau est blanche, même lorsqu'elle est colorée en bleu par un ciel pur, en jaune par les rayons solaires directs, ou même en rouge par la lanterne de l'étable.

C'est de même que nous semblons ignorer l'écho, attentifs seulement aux sons qui nous sont utiles pour la compréhension de l'orateur.

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

LA LÉGISLATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL. — LA CONFÉRENCE DIPLOMATIQUE DE BERNE

Il est incontestable que l'un des traits caractéristiques du dernier quart du XIX^e siècle est le développement de la législation protectrice du Travail.

S'attachant tout d'abord à rendre meilleure la situation des enfants occupés dans l'industrie, cherchant les remèdes aux abus auxquels leur emploi donnait lieu, cherchant à rendre moins inhumaines les conditions dans lesquelles, à l'introduction de la machine à vapeur, ils travaillaient, tant au point de vue de la durée que du service de nuit, elle recueillit les suffrages de tous, même des économistes de l'École libérale, si opposés pourtant à l'intervention de l'État. Puis, étendant son champ d'action, elle comprit également dans certains pays, et en fait dans les deux pays ayant l'industrie la plus étendue et la plus importante, les femmes dans les prescriptions protectrices qu'elle édictait. Et dans ce cas encore, bien que l'unité de vues ne fût point entièrement établie dans l'École libérale, des théoriciens comme Jules Simon, Tolain, d'autres encore, tinrent à honneur de proclamer l'intervention de la loi en ces matières pour des raisons trop évidentes pour qu'il soit besoin d'y insister. Qu'il nous suffise de rappeler les considérations d'humanité, le souci de l'avenir de la race qui les guidèrent. Les dépositions faites notamment devant la Commission parlementaire d'enquête de 1890, avant le vote de la loi de 1892 révélèrent des conséquences effroyables du travail de nuit, tant au point de vue de l'hygiène, de la physiologie que de la morale et son influence néfaste et déprimante.

Si l'École orthodoxe admet l'interventionnisme en ce qui touche à l'enfant et à la femme, incapables dit-elle de se défendre par eux-mêmes, elle y est, par contre, irréductiblement opposée pour les hommes, cependant que les hygiénistes et l'École interventionniste réclament avec énergie des mesures protectrices et de réglementation du travail pour toutes les catégories du personnel employé.

Nous ne discutons point ici les raisons mises en avant de part et d'autre, par les partisans de l'un et l'autre systèmes pour justifier leur attitude, mais il nous faut constater que les interventionnistes ont vigoureusement poursuivi leur œuvre et que la législation protectrice tend de plus en plus à se généraliser.

Cependant, bien que l'on ne puisse parler d'une façon absolue, car il y a de nombreuses exceptions, les industriels sont nettement opposés à la protection légale du travail et à son extension, pour des causes multiples qui peuvent se résumer fort simplement en une courte proposition : « Les mesures de protection du travail augmentent le coût de production et mettent dans la concurrence internationale, chaque jour plus active, l'industrie nationale des pays qui les imposent en des conditions défavorables de lutte vis-à-vis des industries des pays où de telles législations n'ont pas été adoptées. »

Et alors même que, sur un sujet donné, plusieurs pays ont adopté le principe d'une même action, la différence des prescriptions provoque des inégalités de conditions défavorables aux industriels du pays où la loi est la plus sévère.

La principale objection disparaîtrait donc du jour où l'unité de législation serait un fait accompli.

C'est ce qu'avait voulu réaliser la Conférence internationale diplomatique convoquée à Berlin en 1890 par l'empereur Guillaume, mais dont l'initiative émane du gouvernement de la Confédération helvétique. Bien que cette Conférence n'ait pas donné de résultats positifs, en ce sens que les gouvernements représentés étaient libres de tous engagements et que les vœux émis par l'ensemble des délégués n'avaient aucun caractère obligatoire (on se souvient de la formule diplomatique adoptée : « Pour le cas où les gouvernements donneraient suite aux travaux de la Conférence, les dispositions suivantes se recommandent... »), elle fut le point de départ de lois nombreuses dans plusieurs pays, grâce auxquelles s'atténuèrent les différences très prononcées entre la Suisse, l'Angleterre, déjà très « avancées » au point de vue de l'intervention et les autres États. C'est ainsi que l'Allemagne par sa loi de 1891, la France par celle de 1892, interdirent l'une et l'autre le travail de nuit des femmes et des enfants en limitant à onze heures la durée quotidienne de leur travail. L'œuvre de protection fut complétée en Allemagne par les lois de 1900, 1902, 1903, en France par la loi de 1900 (loi Millerand-Colliard), suivant la Suisse qui, par sa loi de 1877, avait pris les mêmes mesures (actuellement la durée du travail dans le canton de Zurich n'est que de dix heures), et l'Angleterre (où la « loi des dix heures » remonte à 1847).

Cependant, la Conférence de Berlin avait jusqu'ici été sans lendemain. Les pays non interventionnistes persévéraient dans leur politique et, en Belgique notamment, on prit volontairement le contre-pied des législations française, allemande et anglaise, en ce sens que le travail de nuit des femmes s'y développa et y prit son plein développement au lendemain de la promulgation de la loi française de 1892. Des régions comme celle de Verviers, où il était inconnu ou presque, dans le tissage, s'empressèrent de l'adopter.

Les interventionnistes, pour lesquels les progrès de la législation sociale en France et en Allemagne étaient un sérieux encouragement, ne se laissèrent pas rebuter par les refus de pays comme la Belgique. Ils étaient convaincus que l'opinion publique serait assez puissante, pour peu qu'elle fût convaincue, pour obliger les gouvernements récalcitrants à suivre les pays « avancés » et qu'ainsi l'objection tirée de la concurrence étrangère disparaîtrait.

Ce fut l'œuvre qu'entreprit de réaliser l'« Association internationale pour la protection légale des travailleurs (1) », fondée à Paris en 1900 « pour servir de lien entre ceux qui, dans les différents pays industriels, considèrent l'œuvre de protection légale comme nécessaire ». L'un de ses buts était de « mûrir les questions qui s'imposent », de les étudier minutieusement, de préparer l'œuvre des conférences internationales si les gouvernements jugeaient bon d'y recourir. Son moyen pour y atteindre : des congrès, des réunions de sections nationales, son Office international du Travail de Bâle, subventionné par les gouvernements et chargé de les renseigner, ainsi que les sections et les membres adhérents, sur l'état des législations du travail dans les divers pays et les moyens de les mettre en concordance.

(1) Cf. notre article : « La Législation internationale du Travail ». *Revue Politique et Parlementaire* du 10 novembre 1904.

Dès ses premières réunions, l'Association mit à l'ordre du jour de ses travaux la question de l'interdiction du travail de nuit des femmes, déjà résolue en principe par plusieurs nations, c'est-à-dire, à proprement parler, principalement de la suppression des exceptions si nombreuses à la règle générale, qui en compromettent l'application à un tel point qu'un membre du Parlement français disait, après le vote de la loi de 1892 au sujet du premier règlement d'administration publique : La loi que nous venons de voter se résume ainsi : « Article premier. — Le travail de nuit des femmes est interdit. Art. 2. — Il ne l'est pas tout à fait. Art. 3. — Il ne l'est presque plus. Art. 4. — Il ne l'est pas du tout, mais néanmoins il y aura édicition de la suppression du travail de nuit.

Et parallèlement l'Association mit également à l'étude, en vue du Congrès de Cologne, la suppression du phosphore blanc et de la céruse.

À Cologne en 1902, le Congrès auquel la plupart des gouvernements étaient officiellement représentés, après avoir entendu les rapports des sections nationales, après des discussions approfondies en commissions et en séances plénières, émit le vœu que toutes les exceptions à l'interdiction du travail de nuit des femmes devaient disparaître, et que l'emploi du phosphore blanc et de la céruse en industrie fût prohibé, et il chargea une Commission permanente d'étudier les moyens de réalisation.

Celle-ci, à la suite de ses travaux à Bâle en 1903, estima que ces deux questions étaient suffisamment mûres pour qu'il fût possible à une Conférence diplomatique internationale de les trancher définitivement, par voie d'entente, dans le sens que l'Association de protection légale des travailleurs indiquait à Cologne. La Commission demanda au Gouvernement Helvétique de prendre l'initiative de convoquer une Conférence internationale. Celui-ci accepta et, ayant obtenu la promesse des gouvernements européens d'y envoyer des délégués, lança ses invitations à la Conférence qui vient de se réunir à Berne du 8 au 17 mai 1905 avec un succès dépassant les espérances.

Comme on le voit, l'Association internationale pour la Protection légale des travailleurs n'a pas failli au programme qu'elle s'était tracé.

Le projet de loi que le Gouvernement Français fit voter par le Parlement aux fins de participer à la Conférence de Berne en définit l'objet de la manière suivante :

« Le but de cette conférence est d'établir les principes de conventions internationales sur ces matières, de réaliser entre gouvernements représentés un accord effectif susceptible de se traduire par des conventions énonçant certaines mesures identiques à introduire dans les législations intérieures. »

En fait, d'ailleurs, étant donnés les législations existantes et l'état des deux questions qui leur étaient soumises, les délégués n'avaient à voter ni vœux ni résolutions. Ils devaient, après avoir exposé quelle était dans leurs pays la situation relativement à l'interdiction de l'emploi du phosphore blanc dans l'industrie des allumettes (1) et à l'interdiction du travail de nuit des femmes et aux exceptions, indiquer les intentions de leurs gouvernements et se mettre d'accord sur un certain nombre de dispositions semblables destinées à assurer la réalisation des deux réformes. Elles ne seront définitives qu'après ratifications par les Parlements des divers pays. Et il ne semble pas que les conventions qui viennent d'être établies à Berne puissent soulever d'opposition, car chacun des participants y trouve la garantie que les améliorations qu'il réalisera dans la protection des travailleurs ne nuiront pas aux intérêts de son

(1) La question de la céruse avait été disjointe comme étant d'essence exclusivement nationale. La céruse ne constituant pas un article d'exportation notable, il n'y avait pas lieu, pour en interdire l'emploi à une prohibition internationale.

industrie nationale, parce qu'elles le seront également par les autres nations. C'est, en somme, l'application du principe contenu dans le traité de travail franco-italien du 15 avril 1904, principe qui fait de cette convention, à laquelle M. Luzzati, ministre du Trésor d'Italie et notre si distingué directeur du Travail, M. Fontaine, ont attaché leur nom, un modèle définitif pour les ententes internationales à venir.

A l'exception de la Russie et de la Grèce, toutes les puissances européennes ont envoyé des délégations, comprenant ensemble une cinquantaine de membres, hommes politiques, techniciens, fonctionnaires, industriels, dont un grand nombre ont participé, comme délégués officieux, aux travaux préparatoires des congrès et commissions de l'Association internationale pour la protection légale des travailleurs, avant d'être désignés pour représenter officiellement leurs gouvernements à la conférence de Berne. L'Allemagne avait, entre autres, envoyé M. Caspar, conseiller intime, directeur aux Assurances impériales; la Suisse M. Deucher, chef du département du Commerce, de l'Industrie et de l'Agriculture; l'Angleterre M. Cunningham, adjoint au ministre de l'Intérieur; la Belgique M. Simonis, vice-président du Sénat, et deux industriels; mais la plus importante des délégations, tant par le nombre des membres que par le choix des personnalités la constituant, était celle de la France, qui comprenait, en effet, M. Arthur Fontaine, le directeur du Travail, M. Richard Waddington, sénateur, président de la Chambre de commerce de Rouen, M. Millerand, ancien ministre du Commerce, M. Keüfer, vice-président du Conseil supérieur du travail, M. Sévène, ingénieur en chef des tabacs et inspecteur des manufactures de l'État, auquel est dû l'emploi du sesquisulfure de phosphore dans la fabrication des allumettes, M. Courtois-Suffit, médecin en chef des manufactures de l'État, M. Lagard, inspecteur divisionnaire du Travail, et M. Marcel Bernard, chef du secrétariat particulier du ministre du Commerce.

Bien que les séances de la conférence aient eu lieu à huis clos, à la demande de M. Cunningham, délégué anglais, qui en fit une condition *sine qua non* de la participation de la Grande-Bretagne au Congrès, et bien que le secrétariat général ait poussé l'amour du mystère, le souci du secret des travaux de la Conférence jusqu'à considérer comme ultra-confidentiels des documents publics comme des rapports déjà publiés d'inspecteurs du travail, des documents dressés par l'Office international du Travail sur l'état de la législation internationale sur le Phosphore et le Travail de nuit des femmes, il a été possible d'être exactement renseigné sur les délibérations (1), et je suis en mesure de confirmer l'absolue véracité des indications qui suivent :

La Conférence avait constitué deux sous-commissions, l'une de trente-six membres pour le travail de nuit des femmes et l'autre de vingt-six pour le phosphore.

Voici, au moment où s'assemblaient les délégués à Berne, quel était l'état des deux questions, qui pouvaient et devaient recevoir des solutions identiques pour chaque pays.

Les ravages du phosphore blanc, l'horrible nécrose, sont universellement connus et certains pays ont pris des mesures rigoureuses afin d'y mettre un terme. La France qui, en l'espèce, est le pays le plus avancé, a prohibé l'usage du phosphore blanc et l'État, qui détient le monopole de fabrication des allumettes, l'a remplacé par le sesquisulfure de phosphore; l'Allemagne, par la loi de 1903, l'a prohibé, sans accorder aucune indemnité aux fabricants, mais a donné un délai de sept ans pour son remplacement, l'Angleterre a minutieusement réglementé les conditions de son emploi.

(1) Cf. *La Dépêche* des 12, 13, 14 et 19 mai 1905. *La Dépêche* est, avec le *Courrier Européen*, le seul journal ayant publié des correspondances suivies sur des travaux de la Conférence de Berne.

Sauf la Belgique, l'Espagne et le Portugal, tous les pays interdisent le travail de nuit des femmes et des enfants; cependant il faut dire que ces trois nations l'interdisent aux enfants et aux filles mineures. Mais s'il y avait accord sur le principe, les lois variaient tant au point de vue de la durée de la nuit légale que des exceptions et dérogations. Pour la France, l'Angleterre, l'Allemagne, la Russie, le Danemark, la nuit est de huit heures, pour la Suisse et l'Autriche de neuf heures, pour la Suède, la Norvège, la Hollande, de dix heures, pour la Bulgarie de douze heures, pour la Nouvelle-Zélande de onze heures. Le détail des exceptions et dérogations nous entraînerait trop loin pour qu'il me soit possible de l'examiner.

L'on pensait généralement que l'accord se ferait aisément sur la première question, mais que la Belgique notamment, dont les délégués industriels étaient complètement hostiles au principe même de l'interdiction du travail de nuit des femmes, ferait une opposition irréductible à la seconde.

Ces prévisions se sont trouvées complètement inexactes.

Dès la première séance, le principe de la suppression du travail de nuit des femmes était adopté à l'unanimité.

Mais il n'en alla pas de même pour le phosphore et l'on put croire un moment que, sur ce point, l'œuvre de la Conférence serait stérile. En effet les représentants de la Norvège déclarèrent que pour l'instant leur gouvernement était absolument opposé à l'interdiction de l'emploi du phosphore blanc. Cette affirmation faisait craindre que les hésitants comme l'Angleterre et la Hongrie ne fissent cause commune avec la Norvège. Cependant ce renseignement publié à Paris par la *Dépêche* et le *Courrier européen* fut télégraphié à Christiania où il provoqua un tel *tolle* d'indignation dans la presse de toutes nuances contre le gouvernement, que celui-ci, sous la poussée de l'opinion publique, modifia les instructions qu'il avait données à ses délégués.

Une autre cause d'échec possible se trouvait dans le fait que le Gouvernement Fédéral Suisse n'avait pas cru, pour des raisons diplomatiques, devoir convoquer la Russie et le Japon à siéger côte à côte dans les circonstances actuelles. Et malgré le refus de la Russie de participer aux travaux de la conférence, il n'avait pas cru devoir revenir sur sa décision. C'était très regrettable, car le Japon est un gros exportateur d'allumettes phosphorées et concurrent sérieux de la Hongrie, de la Norvège et de l'Angleterre.

Avant d'aboutir à une solution satisfaisante que je rapporte plus loin, la discussion fut extrêmement laborieuse, et l'on ne peut se dissimuler que l'attitude de M. Cunningham, le chef de la délégation britannique, ne fut pas sans donner de sérieuses inquiétudes quant au résultat final. Il ne prononça pas moins de quatre discours (1).

Dans le *premier*, écrit M. Jean Garnès, il déclara : « L'Angleterre est le premier pays du monde. C'est un Anglais qui a inventé les allumettes en 1827 (ce qui est faux, car elles le furent vingt ans plus tard par un Allemand); donc l'Angleterre connaît très bien la question.

Deuxième discours. — Pour ce qui est de la suppression de l'emploi du phosphore blanc, l'Angleterre ne peut pas y adhérer; elle a la plus belle industrie d'allumettes du monde, les fabriques les mieux organisées : elle fabrique surtout des allumettes sans

(1) Cf. *La Dépêche* du 14 mai 1905. Les renseignements absolument authentiques que donne son correspondant M. Jean Garnès ont été puisés aux meilleures sources et j'en ai eu confirmation par ailleurs.

phosphore et lorsqu'elle fait des allumettes phosphorées pour l'exportation, c'est sans danger pour les ouvriers.

Troisième discours. — L'Angleterre ne comprend pas que l'on refuse de s'associer à la défense d'employer le phosphore. Peu importe que les consommateurs préfèrent les allumettes phosphorées; c'est des ouvriers qu'il s'agit avant tout; on doit les protéger contre la nécrose. Il y a là au premier chef une question d'humanité qui ne permet pas d'hésiter.

Quatrième discours. — Votez comme vous voudrez, l'Angleterre s'abstiendra.

La solution du problème serait simple et la question ne se poserait même pas si tous les pays comme la France ne fabriquaient que pour leur consommation intérieure; mais ceux qui, comme l'Autriche, l'Angleterre, la Belgique ont un grand commerce d'exportation, sont obligés de tenir compte de l'attitude des nations concurrentes dont le Japon est actuellement la principale, et aussi du goût de leurs clients, or il est incontestable que ceux-ci préfèrent les allumettes phosphorées qui prennent feu plus aisément que les autres.

Alors que le Japon, comme c'est le cas, serait disposé à adhérer à l'interdiction, parce que résolu à établir un monopole de fabrication, la question ne serait pas définitivement close, car un grand nombre de petits États qui ne sont pas fabricants peuvent le devenir et employer le phosphore auquel leurs concurrents auront renoncé.

Le remède serait, semble-t-il, de fabriquer des allumettes au sesquisulfure s'enflammant aussi facilement et même plus que celles au phosphore, ce qui, affirme M. Sévène, est parfaitement réalisable; il suffirait de modifier légèrement la composition de la pâte. Si on ne l'a pas fait en France encore, c'est par prudence, pour éviter les inflammations en cours de transport notamment.

L'une des objections à cette solution est qu'il faudrait créer de toutes pièces, dans les pays qui ne l'ont pas, l'industrie du sesquisulfure, établir un outillage nouveau, transformer les procédés chez les producteurs de phosphore blanc. La France, l'Allemagne, l'Angleterre l'ont fait : cela fut réalisé sans indemnité chez les deux dernières nations, par des subventions chez nous qui, pour un temps, portèrent à 700 francs le kilo le prix de la matière première, alors que le phosphore ne coûtait que 5 fr. 75. Mais aujourd'hui en France le prix du sesquisulfure n'est plus que de 3 fr. 25 le kilo, c'est-à-dire inférieur au prix de l'ancien phosphore.

Chaque pays entendait trouver une formule spéciale de fabrication, alors que les résultats déjà réalisés faciliteraient singulièrement la tâche.

C'est ce dont il semble qu'on soit arrivé à convaincre les délégués, puisque la Conférence adoptait en fin de compte le protocole suivant, base de l'interdiction :

ARTICLE PREMIER. — A partir du 1^{er} janvier 1911, il sera interdit d'introduire, de fabriquer ou de mettre en vente des allumettes contenant du phosphore blanc.

ART. II. — Les actes de ratification devront être déposés au plus tard le 31 décembre 1907.

ART. III. — Le gouvernement du Japon sera invité à donner son adhésion à la présente Convention avant le 31 décembre 1907.

ART. IV. — La mise en vigueur de la convention reste subordonnée à l'acceptation de tous les États représentés à la Conférence et à celle du Japon.

Comme nous le disions plus haut, l'on a des raisons de croire que l'adhésion du Japon ne fera pas défaut, et d'autre part, étant donnée l'attitude prise par les opposants du premier jour, par les délégués norvégiens dans la suite de la discussion, il paraît

vraisemblable que les différents États représentés à Berne ratifieront en temps utile cette convention.

On remarquera d'ailleurs le délai de près de six ans accordé avant sa mise en vigueur qui permettra de substituer partout, sans heurt et sans à-coups, la fabrication du sesquisulfure de phosphore à celle du phosphore : il est suffisamment long, quand on se rappelle que l'Allemagne n'accordait, sans aucune indemnité, que sept ans à ses manufacturiers, avant l'application de sa loi de 1903 sur l'interdiction du phosphore et que pour elle la crainte de la concurrence étrangère existait entière, alors qu'il en ira tout différemment après la Convention. Le danger de la création d'industries du phosphore blanc dans des pays non adhérents ne semble pas aussi inquiétant qu'on pourrait le croire au premier abord, car il s'agirait pour eux de créer de toutes pièces cette fabrication, d'établir un outillage assez coûteux sans certitude de succès, car, d'une part pendant la période qui s'écoulera jusqu'au 1^{er} janvier 1911, les pays exportateurs actuels continueront à fournir leurs clients étrangers d'allumettes, et d'autre part après ils pourront, pourvu qu'ils veuillent s'en donner la peine, satisfaire leurs clients, tout en substituant les allumettes au sesquisulfure aux autres, ainsi que M. Sévène l'a montré, car la préférence des consommateurs pour les allumettes phosphorées est due, non à ce qu'elles contiennent du phosphore, mais à ce qu'elles sont très facilement inflammables. Le jour où les allumettes au sesquisulfure prendront sur les vêtements comme le font les autres, ils seront tout prêts à les employer exclusivement.

Interdiction du travail de nuit des femmes. — L'adoption du principe de l'interdiction par la Commission que présidait M. Waddington, et l'adhésion de la Belgique donnée également en séance plénière, bien que constituant un symptôme favorable pour la suite des discussions, ne présageaient pas forcément un entier succès, car de nombreuses questions demeuraient encore à résoudre qui, suivant le sens dans lequel elles seraient solutionnées, pouvaient rendre absolument illusoire l'avantage acquis par l'accord sur le principe de l'interdiction.

Pour faire œuvre utile, il fallait rendre l'interdiction efficace en fixant la durée du repos ininterrompu et celle de la nuit légale, de telle sorte que la loi ne demeurât pas, en fait, théorique; il fallait également que les dérogations et les exceptions si nombreuses, et grâce auxquelles, dans les industries de la mode, de la couture, du brochage et tant d'autres, il a été possible aux industriels intéressés d'esquiver l'application de la loi, fussent supprimées.

La fixation de la durée légale de *repos ininterrompu*, entraînant celle de la nuit légale, était d'une importance capitale.

Peu importerait, en effet, au point de vue de la suppression du travail de nuit, que la loi accordât un repos de dix, douze ou même treize heures s'il n'est pas ininterrompu. Ce repos pourrait être fractionné de telle sorte que l'interdiction demeurerait lettre morte. Aussi, ceux des délégués des puissances, décidées comme la France et l'Allemagne à aboutir sur cette question en tout état de cause, étaient-ils résolus à obtenir que le repos fût ininterrompu.

A la Commission, huit pays proposèrent douze heures, un, l'Italie, onze, et trois, dont la Belgique, dix heures seulement. La solution transactionnelle de onze heures réunit tous les suffrages, à l'exception de ceux de la Belgique et de la Norvège, qui ne voulurent accorder que dix heures. Cependant, elles finirent par céder sur ce point, à la condition qu'une période transitoire de trois ans, pendant laquelle la durée du repos fût fixée pour elles à dix heures, leur serait accordée.

La durée de la nuit légale, pendant laquelle le travail est interdit aux femmes, sera de sept heures, de dix heures du soir à cinq heures du matin.

Ainsi donc, deux prescriptions essentielles, indissolublement liées l'une à l'autre et entraînant la solution de la question des veillées, furent adoptées : l'une relative au repos ininterrompu de onze heures, l'autre à la nuit légale, de sept heures, et forcément le repos ininterrompu devra comprendre les sept heures de nuit légale, les autres heures pouvant être ajoutées avant dix heures du soir, ou après cinq heures du matin, ou encore réparties avant et après.

Le régime des *veillées* se trouve du même coup extrêmement restreint : elles ne pourront plus en aucun cas dépasser dix heures du soir, c'est-à-dire l'origine de la nuit légale et obligeront à donner aux ouvrières les quatre heures complémentaires après cinq heures du matin : dans ce cas le travail ne pourrait commencer qu'à neuf heures du matin.

Par un des autres effets de ces dispositions, la question de la durée maxima du travail s'est trouvée réglée dans les pays n'ayant aucune réglementation légale. Repos ininterrompu de onze heures laisse disponibles treize heures, sur lesquelles deux sont occupées par les repas, ce qui donne au maximum pour le travail effectif des femmes, dans tous les pays, onze heures. C'est pourquoi il a fallu que la Commission, malgré que la majorité des pays y siégeant demandât le repos de douze heures, se résignât à ne le fixer qu'à onze heures. Un repos de douze heures avait pour corollaire la journée de travail de dix heures, ce que certains États, qui ne sont pas encore entrés ou qui sont entrés depuis peu dans la voie de la protection légale, ne pouvaient encore accepter.

On sait que dans les pays ayant interdit le travail de nuit des femmes, on avait laissé subsister des exceptions permanentes pour les usines à feu continu (mais elles n'ont profité de la tolérance que dans une mesure insignifiante, puisqu'en France, par exemple, dans les départements de la Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne, sur 21 331 personnes ainsi occupées, on ne compte que 191 femmes travaillant la nuit), pour le coulage et le séchage de l'amidon de maïs, la préparation et l'allumage des lampes de mines à la première descente, le pliage des journaux paraissant le matin et le brochage des imprimés, pour ne parler que des exceptions françaises, car les industries qui en bénéficient diffèrent dans chaque pays, d'où il est permis de conclure que leur nécessité ne s'impose point. D'autres exceptions, temporaires celles-là, — et les plus graves, parce que, prêtant à des abus criants sans cesse signalés et contre lesquels l'inspection se trouve désarmée, faute de pouvoir les saisir, et aussi faute de sanctions, — ont été accordées aux industries saisonnières, arbitrairement choisies, auxquelles les caprices de la mode donnent à certaines époques de l'année des périodes de presse excessive. Soixante jours par an leur étaient permis pour des veillées jusqu'à onze heures du soir, sans que la durée quotidienne du travail pût dépasser 12 heures.

Une autre exception concernait les industries mettant en œuvre des matières périssables telles que poissons, légumes, fruits. C'est la seule qu'acceptaient de laisser subsister les partisans de l'interdiction absolue du travail de nuit.

L'accord sur la suppression de toutes les exceptions se fit finalement dans la Commission. Cependant, ce ne fut pas sans difficultés, au début tout au moins, car les délégués de la Belgique et de la Hongrie cherchèrent à obtenir en détail toutes les concessions qu'ils avaient faites en bloc en se ralliant au principe de l'interdiction.

La Belgique demandait que l'industrie lainière tout entière fût exclue du bénéfice de la convention, la Hongrie réclamait pour celle du sucre, mais devant l'opposition intransigeante de la France, de l'Allemagne, de la Suisse, de la Hollande, elles se rallièrent à leurs vues après avoir, toutefois, obtenu un délai supplémentaire de sept années avant l'application pour le peignage et la filature de la laine, les fabriques de sucre brut de betterave, à l'exclusion de la raffinerie, et les travaux, au jour, des exploitations minières, lorsque, pour des causes climatiques, ils sont arrêtés au moins 4 mois par an.

Une dérogation est faite en faveur des industries transformant des matières périssables et enfin pour les industries saisonnières, pendant au plus soixante jours par an, la durée du repos ininterrompu pourra être réduite à dix heures sans cependant empiéter sur la nuit légale.

La Hongrie proposait que la convention ne fût applicable qu'aux entreprises industrielles employant plus de vingt ouvriers et ouvrières. C'était le moyen pour elle de se soustraire aux effets de l'interdiction parce qu'il n'existe guère dans ce pays que des entreprises de moins de vingt ouvriers et ouvrières. La conférence de Berne se refusa à accéder à cette prétention.

Voici le texte du protocole relatif à la suppression du travail de nuit des femmes :

ARTICLE 1^{er}. — Le travail industriel de nuit sera interdit à toutes les femmes sans distinction d'âge, sous la réserve des exceptions prévues ci-après.

La convention s'appliquera à toutes les entreprises industrielles où sont employés plus de dix ouvriers et ouvrières; elle ne s'appliquera en aucun cas aux entreprises où ne sont employés que des membres de la famille.

A chacune des parties contractantes incombera le soin de définir ce qu'il faut entendre par entreprises industrielles. Dans celles-ci seront comprises les mines et carrières, ainsi que les industries de fabrication et de transformation des matières.

La législation nationale précisera sur ce dernier point la limite entre l'industrie d'une part, l'agriculture et le commerce d'autre part.

ART. 2. — Le repos de nuit visé à l'article précédent aura une durée minima de onze heures consécutives. Dans les onze heures, quelle que soit la législation de chaque État, devra être compris l'intervalle de dix heures du soir à cinq heures du matin. Toutefois, dans des États où le travail de nuit des femmes adultes employées dans l'industrie n'est pas actuellement réglementé, la durée du repos ininterrompu pourra à titre transitoire, et pour une période de dix ans au plus, être limitée à dix heures.

ART. 3. — L'interdiction du travail de nuit pourra être levée : 1° en cas de force majeure lorsque dans une entreprise se produit une interruption de travail, impossible à prévoir et n'ayant pas un caractère périodique; 2° dans le cas où le travail s'applique à des matières susceptibles d'altération très rapide, chaque fois que cela sera nécessaire pour sauver ces matières d'une destruction inévitable.

ART. 4. — Dans les industries soumises à l'influence des saisons, et en cas de circonstances exceptionnelles pour toute industrie, la durée du repos ininterrompu de nuit pourra être réduite à dix heures, soixante jours par an.

ART. 5. — Les ratifications de la convention à intervenir devront être déposées au plus tard le 31 décembre 1907.

Pour la mise en vigueur de la convention, il sera stipulé un délai de trois ans à dater du dépôt des ratifications. Ce délai sera de dix ans : 1° pour les fabriques de sucre brut de betteraves, 2° pour le peignage et la filature de la laine; 3° pour les travaux au jour des exploitations minières, lorsque ces travaux sont arrêtés annuellement quatre mois au moins, par des influences climatiques.

L'attitude du délégué anglais ne laisse pas que d'inspirer des inquiétudes pour l'avenir au cas où de nouvelles conférences seraient convoquées pour régler d'autres points. Il s'en tint strictement aux textes législatifs anglais, s'abstenant lorsque les décisions prises leur étaient conformes, votant contre, lorsqu'ils en différaient. En fait, en l'occurrence, son attitude fut sans grande importance, puisque la législation du Royaume-Uni va beaucoup plus loin dans la voie de la réglementation du travail que celles des autres pays d'Europe; mais on eut l'impression très nette que l'Angleterre ne veut point se laisser imposer des mesures par les pays continentaux. Cependant, il est permis de supposer que sa législation ouvrière continuera à s'améliorer aussi rapidement que celle des autres États de l'Europe, et se trouvera en harmonie avec elles lorsque l'on voudra reprendre l'œuvre de la Conférence de Berne, soit sous une forme, soit sous une autre, car il se pourrait fort bien qu'à l'avenir, l'unification des législations se fit non plus par suite de conférence internationale, mais par des conventions diplomatiques multiples entre un pays et ses voisins, d'après la même méthode que le traité de travail franco-italien, ou comme annexe à des traités de commerce pour égaliser les chances des contractants.

La conférence de Berne a eu des conséquences extrêmement importantes par la démonstration qu'elle a faite que, depuis la réunion de Berlin en 1890, une évolution profonde des sentiments avait eu lieu chez les peuples, grâce à laquelle une entente s'est établie, car les ratifications ne sauraient être douteuses. Elle aura d'autres résultats encore, car il ne semble pas improbable que des négociations prochaines viennent à s'engager entre les nations industrielles les plus importantes d'Europe, dans le but d'unifier, à dix heures, la journée de travail de toutes les catégories de personnel, protégé ou non, et cela par des accords partiels.

UN ARRÊT DE LA CHAMBRE DES LORDS SUR LE DROIT SYNDICAL.
LA FIN DU DROIT DE GRÈVE EN ANGLETERRE

L'on sait que par un Arrêt du 22 juillet 1901, arrêt bien connu, la Chambre des Lords, siégeant comme tribunal suprême d'interprétation, avait, dans le procès intenté par la Compagnie de chemins de fer du Taff Vale au syndicat des employés de chemins de fer, proclamé, contrairement à une jurisprudence trentenaire, la responsabilité pécuniaire des syndicats pour les dommages qu'ils pouvaient causer à autrui, en se basant non sur la Loi, mais sur ce qu'avait dû être l'intention du Législateur. Les conséquences de cet Arrêt étaient de la plus haute gravité pour les Unions : leurs droits, pendant les grèves, se trouvaient pratiquement réduits à n'être plus que théoriques et pratiquement tous les actes que pouvaient accomplir des grévistes, rentrant dans la définition du Picketing punissable, — y compris le fait de demander des informations, et celui d'informer les gens de l'état de grèves, — définition extrêmement vague et imprécise, pouvaient les faire condamner à des dommages-intérêts considérables que des employeurs ne se firent pas faute de réclamer. Cependant le droit de grève leur restait, et il semblait qu'il fût loisible à des ouvriers de cesser le travail, après avoir respecté les délais de prévenance, et cela d'autant plus que la loi considère comme licites toutes les grèves.

Le nouvel Arrêt que vient de rendre la Chambre des Lords le 14 avril dernier, dans l'affaire connue sous le nom de *Denaby Main*, paraît devoir les empêcher d'exercer ce droit.

Rappelons brièvement les faits.

Pendant les derniers mois de 1902, une contestation s'éleva sur une question de salaires entre les mineurs du Yorkshire et la Compagnie minière Denaby et Cadeby. Les ouvriers résolurent de cesser le travail jusqu'à obtention de satisfaction, mais instruits par l'exemple de la Fédération des mineurs du Sud du Pays de Galles à laquelle les exploitants d'anthracite réclamaient 1 300 000 francs environ de dommages-intérêts pour rupture brusque du contrat, la Yorkshire Miners' Association résolut de n'accorder à ses membres la paye de grève qu'autant qu'ils auraient individuellement dénoncé leurs contrats de travail et qu'ils auraient observé les délais de prévenance.

Quelques semaines plus tard, un syndiqué nommé Howden assigna la Yorkshire Miners' Association, aux fins de lui faire interdire de continuer à verser à ses membres la paye de grève, parce que cet acte était illicite.

Les juges auxquels l'affaire fut soumise accordèrent à Howden l'injonction qu'il sollicitait. La sentence était surprenante, d'abord parce qu'aucune grève n'étant illicite, le fait de payer le salaire de grève (*strike pay*) ne saurait l'être par conséquent, et d'autre part, parce que la loi de 1871 stipule en termes formels : article 4. — « Rien dans cette loi ne permettra aux Cours et Tribunaux de connaître d'aucune action ayant pour but de faire observer aucune des conventions suivantes ou d'obtenir des dommages en cas de leur non-observation :

1°... 2°... 3°. Conventions relatives à l'application des fonds d'une Trade Union *a*, pour donner des *benefits* (1) à ses membres; *b*)... »

Le tribunal n'avait pas à connaître de l'affaire soustraite de par la Loi à son appréciation.

Conformément à la procédure anglaise, extrêmement compliquée, le syndicat sollicita du juge l'autorisation de faire appel et c'est sur le refus de cette autorisation que l'affaire fut portée devant la Chambre des Lords, constituée en section juridique avec le Lord Chancelier, Lord Macnaghten, Lord Davey, Lord James of Hereford, Lord Lindley et Lord Robertson ayant tous occupé de hautes situations dans la hiérarchie judiciaire.

L'Arrêt, rendu par quatre voix contre deux, refuse au syndicat le droit de faire appel du jugement. Malgré l'interdiction formelle du texte de la loi de 1871, que nous avons ci-dessus rapporté, le Lord Chancelier, Lord Macnaghten, Lord Lindley et Lord Robertson ont affirmé — et la gravité de leur décision au point de vue syndical réside dans le fait qu'elle est sans appel — que les premiers juges n'ont point outrepassé leurs droits. Ils ont motivé leur opinion par une interprétation quelque peu prétorienne de la loi de 1871, en posant un principe nouveau. L'intention du législateur n'a pu être formelle, il a dû vouloir distinguer entre deux cas : Si l'emploi des fonds est fait conformément aux statuts enregistrés, car quelle serait l'utilité de l'enregistrement s'il ne disait pas pour quels usages les fonds sont utilisables, les tribunaux doivent se déclarer incompétents; mais si on veut diverger ces fonds de leur emploi statutaire, la compétence des tribunaux est entière.

Or, ces quatre lords estiment que dans le procès actuel le second cas est le cas réel, car ils ne peuvent trouver dans les statuts la prévision d'une paye de grève pour des faits de l'ordre de ceux dont il s'agit.

(1) C'est-à-dire tous les avantages pécuniaires quelle que soit leur nature, y compris la paye de grève, etc.

Ils pensent également que le législateur n'a pas dû vouloir soustraire les syndicats, dans leur intérêt même, à la *Common Law*, alors qu'en fait, il leur a donné un statut juridique particulier différent de celui des autres citoyens.

Les deux membres dissidents, Lord Davey et Lord James de Hereford, ont absolument refusé d'accepter les conclusions de leurs collègues, parce que, à leur avis, le principe posé par le Lord Chancelier ne saurait se défendre parce que la loi de 1871 est absolue dans son texte comme dans son esprit, qu'elle a voulu simplement rendre licites pour les syndicats, par son article 3, certains actes qui ne l'étaient pas aux termes de la *Common Law* et par suite ne pas rendre légalement caduques les conventions passées entre l'Union et ses membres *inter se* et n'affectant pas des tiers, et qu'elle a voulu également autoriser les fidéicommissaires ou autres agents de l'Union désignés par les statuts à la représenter devant les tribunaux pour tout ce qui touche sa fortune, son droit à une propriété ou encore ses prétentions y relatives, tous actes que n'autorise pas la *Common Law*. Mais les conventions entre l'Union et ses membres, liant les parties, sont sans force vis-à-vis des tiers. Et ceci est la conséquence logique reconnue par l'Arrêt dans l'affaire du Taff Vale, qui disait que l'on ne saurait admettre la division des fonds des Unions, qui constituaient une masse répondant des dommages causés, qu'ils fussent pour la prévoyance ou la grève. Le principe nouveau permettrait aux Unions d'établir une séparation des fonds dont ceux relatifs à la prévoyance seraient intangibles.

Mais en admettant même ce principe, déclarèrent les deux lords dissidents, il ne saurait trouver son application dans le cas présent, car l'art. 4 des statuts, qui s'imposent à tous les membres de l'Union (art. 3) spécifie que « l'Union a été établie... a)... b)... c)... d)... e)... f)... g) pour donner une subvention hebdomadaire aux membres, afin d'assurer leur subsistance et celle de leur famille en cas de *lock out* ou de grève. h)... j). Tout l'argent reçu par l'Union sera employé à l'exécution des présents objets, conformément aux statuts. »

Comme on le remarque, il n'y aucune réserve relative à la modalité de la grève, et par conséquent l'action de l'Union dans l'affaire en cours paraît absolument justifiée aux Lords Davey et James de Hereford. Ce fut l'opinion inverse qui prévalut.

Cet arrêt est gros de conséquences qu'il me faut très brièvement examiner.

Tout d'abord, le principe posé par la Chambre des Lords change complètement le statut qu'avaient les syndicats au point de vue de l'emploi des fonds. Il ne sera plus possible à leurs chefs de les répartir au mieux des intérêts de l'Association dont ils ont la charge, suivant les circonstances parce que les dissidents dans l'Union pourront le leur faire interdire et que la question sera soumise à l'appréciation d'un tribunal, qui, le plus souvent, manquera des éléments suffisants pour se former une opinion — et cela en tout état de causes. D'autre part, le temps nécessaire avant qu'intervienne une solution est fort long (dans le cas actuel le procès dure depuis trois ans) et ces délais peuvent être infiniment préjudiciables. De plus, si le tribunal estime que la répartition des fonds — qui jusqu'ici lui était soustraite — a été illégitimement faite, la responsabilité des trustees se trouvera engagée de ce fait et leur action entravée parce qu'ils ne voudront pas courir les risques d'avoir à rembourser des sommes parfois considérables : les revendications ouvrières ne pourront guère se manifester sous la seule forme que leur laissait l'Arrêt du Taff Vale Case : par la cessation de travail.

En fait, et d'ailleurs, étant donné les circonstances de la cause, l'Arrêt dans l'affaire

du Denaby Main, bien que théoriquement d'espèce, est un arrêt de principe qui prend force de loi parce que sans appel.

Le demandeur estimait que l'Union subventionnait à tort les chômeurs et qu'elle dilapidait au profit de quelques-uns des fonds dont tous auraient dû profiter. Or l'adhésion donnée par la Cour suprême à cette prétention revient à supprimer le droit de grève, car étant donné que les Unions sont nationales, il se trouvera toujours quelque membre non intéressé par le conflit se déroulant dans une région, pour émettre cette prétention. Et cela d'autant plus que cette initiative sera souvent suscitée par les employeurs que gêne la cessation de travail : les débats dans l'affaire du Denaby Main ont prouvé, par l'aveu qu'en a fait le demandeur Howden, que son action contre l'Union lui avait été conseillée par les exploitants de la Denaby et Cadeby Mine qui avaient d'ailleurs supporté tous les frais de l'instance.

Il suffirait, pourrait-on objecter pour éviter ces interprétations, de préciser minutieusement l'emploi des fonds, de dire dans quelle proportion peut être doté chaque *benefit*. La discussion nous montre que de telles mesures seraient illusoires, puisque la majorité des Law-Lords a prétendu que la paye de grève pour une cessation collective de travail après préavis, n'était pas justifiée malgré qu'un article explicite des statuts affirmât le contraire. C'était nier l'évidence et c'est pourtant ce qu'a fait la Chambre des Lords dans son hostilité bien connue contre les syndicats.

Comme conséquence, l'on voit qu'en pratique, la grève, par simple cessation de travail après préavis, sans qu'aucun acte soit commis par les grévistes, se trouve rendue impossible puisque l'on empêche ainsi le syndicat de distribuer des allocations à ses membres. Il fallait s'attendre à ce résultat après l'arrêt du Taff Vale qui faisait des unions des entités juridiques, quand on veut les atteindre, mais qui leur refuse le droit d'assigner à leur tour.

Jusqu'ici, les syndicats ont persévéré dans leur attitude nouvelle : le triomphe de leurs revendications par la constitution d'un Parti Ouvrier du Travail au Parlement, destiné à rétablir, par la loi, la loi qu'ont abrogée les Law-Lords. Mais n'est-il pas à prévoir qu'alors même que le succès couronnera leurs efforts et que la Chambre des Communes vote les mesures proposées, la Chambre des Lords les repoussera ?

Quelle ressource resterait-il aux Unions dans ce cas ? L'agitation et la violence. L'on assistera peut-être à des manifestations dans toutes les villes, à quelque grand mouvement rappelant celui du Chartisme, plus redoutable vraisemblablement, car le socialisme d'aspirations, plutôt que de doctrines, commence à pénétrer sérieusement les couches profondes du monde ouvrier anglais, à la suite des coups qui lui viennent des tribunaux, des diminutions de ses droits pour l'action et la manifestation de ses revendications économiques.

La Chambre des Lords ne veut pas se rendre compte de l'évolution qui se produit dans la mentalité ouvrière du pays et de la conscience que les travailleurs prennent de leurs droits. Ils entendent faire respecter ceux que la loi leur a accordés. Aussi les avons-nous vus se placer sur le terrain politique. Mais si on veut rendre leurs efforts stériles dans cette voie, ils auront recours vraisemblablement à d'autres méthodes d'action, et il ne faudrait pas que des arrêts semblables à celui que nous avons analysé intervinssent souvent pour qu'une agitation violente se manifestât parmi eux, dont les conséquences pourraient être graves pour l'Angleterre et seraient en tous cas désastreuses pour son industrie.

NOTES DE CHIMIE

Par M. J. GARÇON

SOMMAIRE. — Tannage rapide du cuir à semelles, d'après M. Allan A. Claffin. — Quelques travaux de l'American ceramic Society; briques réfractaires, couvertes cristallisées, gâchage des argiles, tables de calcul de la silice. — Constantes de saponification. — Pouvoir dissolvant de l'hydrogène sulfuré liquide. — Nouveau grisoumètre. — Analyse quantitative de la soie artificielle. — Protection du cuivre contre l'eau de la mer. — Divers : Iconogène comme réactif; Nitrate de chaux en agriculture; Émaux plombifères; Acide formique.

TANNAGE RAPIDE DU CUIR A SEMELLES, d'après *Allan A. Claffin* (1).

Peu d'industries ont subi des changements aussi radicaux, depuis une vingtaine d'années, que la fabrication du cuir. Il faut l'attribuer à deux causes :

Premièrement, l'apparition et le succès du tannage au chrome;

En second lieu, la diminution de la fourniture des écorces de chêne et l'accroissement de l'emploi des extraits tannants. Dans une industrie aussi agitée, tous les moyens possibles d'introduire des perfectionnements font l'objet d'examen attentifs, et en particulier, un intérêt tout spécial s'attache à la question de diminuer le temps que réclame la fabrication des cuirs qui ne peuvent pas subir les traitements rapides du tannage au chrome.

Le cuir à semelles doit posséder une fermeté et une solidité de texture que l'on ne peut pas obtenir par l'emploi seul des agents minéraux. Jadis, le temps requis pour obtenir de bons cuirs à semelles variait de un à trois ans, et on cite même des cas où les peaux sont restées pendant sept ans dans les fosses. M. A. A. Claffin pose sept mois comme le temps le plus long, et quatre à cinq mois comme le temps moyen nécessaire pour leur obtention. Sans doute, on peut faire du cuir à semelles en deux ou trois jours, mais personnellement il regarde comme procédé de tannage rapide, celui qui donne un produit commercial dans un espace de quarante à cinquante jours.

Le plus grand nombre des procédés sont protégés par des brevets, mais la plupart cependant doivent être considérés comme étant des procédés secrets, car les brevets ne couvrent que des détails minimes. D'ailleurs la personnalité de l'industriel joue le premier rôle dans la fabrication du cuir; et là où un industriel sait fabriquer rapidement du cuir marchand, un autre industriel, moins bon observateur ou moins bon praticien, n'arrivera à rien.

L'histoire du tannage rapide ne remonte guère au delà de l'année 1880. A cause de son influence sur la fabrication du cuir à semelles, disons d'abord quelques mots du tannage rapide du cuir léger. Le premier procédé fut le procédé Dongola; c'est ce que nous appelons aujourd'hui le tannage combiné, c'est-à-dire à l'alun et au gambier.

(1) *J. of the S. of chemical Industry*, 1905, p. 387.

Il est plus court que le tannage végétal seul, et il est important à mentionner, parce que c'est lui qui a amené l'emploi général de tambours tournants et de fosses à agitateurs. Ensuite vinrent les méthodes de tannage au chrome de Schutz, de Martin Denis, de Procter, etc. Deux points sont à retenir ici : 1° L'agitation mécanique, qui commence avec le procédé Dongola, s'est développée rapidement par les procédés au chrome; 2° Le tannage au chrome s'est développé des cuirs légers aux cuirs lourds. Ce furent des peaux de chèvres et de chevreaux qui d'abord furent tannées au chrome; puis celles de mouton et de veau. Les ventres ne sont tannés au chrome que depuis cinq ans, et ce n'est seulement que dans les deux dernières années que le tannage au chrome s'est étendu aux dos et aux cuirs à courroies.

Le tannage rapide au chrome des cuirs à semelles date du procédé Velocita, des frères Durio (1), qui a fait tant de bruit en Europe et en Amérique. Le procédé Durio est simplement un tannage en tambour tournant, qu'on remplit d'extrait tannant concentré, ou encore une liqueur faible d'abord, puis de concentration croissante selon le degré de tannage. Il a été prouvé que ce procédé avait eu plusieurs antécédents; mon opinion est qu'il repose sur des principes en partie faux; il a cependant fait époque, car il a montré la possibilité d'obtenir du cuir à semelles en quelques heures. Le cuir ainsi obtenu n'était pas, en général, d'assez bonne qualité, pour avoir du succès dans le commerce; cependant, dans certains cas, des résultats satisfaisants ont été réalisés par des tanneurs exceptionnellement capables.

Par la suite, on a breveté de nombreuses modifications et des perfectionnements graduels qui nous ont conduits aux procédés actuels, dont le succès est certain.

Quelles furent donc les raisons de l'insuccès du procédé Durio? Le cuir remis entre les mains n'était pas bon; c'était un cuir creux, de faible rapport; son grain était grossier, sa couleur vilaine; enfin il était cassant. Ces défauts proviennent de la méconnaissance d'un principe fondamental, à savoir que les propriétés physiques de la peau brute et celles du cuir sont bien différentes. Une peau brute peut être considérée jusqu'à un certain point comme une feuille de gélatine, quoiqu'elle possède une texture organisée; au point de vue physiologique elle possède des fibres, mais chimiquement, ces fibres, ou du moins la plus grande partie d'entre elles, sont identiques avec la substance environnante. Comme, par suite de leur nature organisée, elles sont moins solubles que les substances inorganiques, elles doivent être traitées avec délicatesse tant qu'elles ne sont pas fixées d'une façon plus permanente. Dans le cas du cuir à semelles, il est nécessaire, pour obtenir l'épaisseur et la solidité, que les fibres de la peau soient gonflées et fixées en leur état, avant que tout traitement mécanique un peu violent ne leur soit appliqué. Le procédé Durio agissait avec la peau tout autrement; il en résultait un cuir creux, de faible rapport, à grain durci, par les actions mécaniques et par l'acide employé pour le gonflement. La couleur était mauvaise, tant parce que l'extrait n'était pas clarifié qu'à cause de l'échauffement développée par la rotation de la cuve. Cet échauffement est probablement aussi la cause qui donne du cuir cassant; et je m'imaginais que parmi les échantillons tannés par ce procédé que j'ai examinés, ceux qui n'étaient pas cassants le devaient à un dispositif de réfrigération non mentionné sur les brevets.

Connaitre les causes de ces défauts et les éliminer fut la tâche des chercheurs qui

(1) Brevet canadien, n° 42 770 du 27 avril 1892; Brevet anglais, n° 8 469, 4 mai 1892; Brevet États-Unis, n° 336 019, 19 mars 1893.

ont su mettre au point les méthodes actuelles de tannage rapide. Ils se sont vu aider dans cette voie, d'une part par l'amélioration des traitements préparatoires, d'autre part par l'introduction de nouvelles matières tannantes, douées d'un pouvoir de pénétration plus rapide, au nombre desquelles il faut mettre en premier lieu les extraits du châtaignier et du quebracho; un meilleur marché de l'acide lactique a permis aussi de l'employer pour le gonflement des peaux sans nuire au grain. Les perfectionnements réalisés dans la partie mécanique ont porté surtout sur le point de ménager mieux les peaux traitées et sur le point de se débarrasser de la chaleur mise en jeu.

Dans la description du procédé rapide de tannage, c'est un devoir de laisser de côté toute disposition mécanique spéciale qui n'eût pas fait l'objet d'un brevet. Les peaux sont mises en trempe pour le reverdissage pendant quelques heures, puis elles sont mises en chaux. Ce pelanage dure de cinq à sept jours. Il est rare que la chaux soit additionnée de sulfure ou de carbonate de sodium. Les peaux sont ensuite épilées, mises au travail; elles sont rincées à l'eau froide dans un grand tambour, puis mises dans une grande caisse octogonale à claire-voie, d'une capacité de cinquante peaux, qui est placée dans une eau renfermant de l'acide lactique étendu. La caisse se trouve à demi immergée par le poids des peaux; elle est mise en mouvement d'une manière analogue à celle usitée pour le treuil à tambour. La solution est chauffée vers 21°, si besoin s'en fait sentir. Les peaux restent dans la solution destinée à la purge de chaux pendant six ou huit heures, et durant ce laps, on fait faire à la cage trois ou quatre tours complets. Après la purge de chaux, on passe au travail des fosses.

Les fosses de tannage sont au nombre de huit; elles sont assez profondes pour recevoir la peau suspendue à un cadre à bascule, mis en mouvement au moyen d'un excentrique d'une course de 12 pouces (30 centimètres environ), donnant 25 coups à la minute. Les huit cuves sont travaillées à la continue, c'est-à-dire que les jus tannants entrent au bas de la première, pour sortir en haut, se rendre au bas de la seconde et ainsi de suite. La circulation continue des liquides est assurée au moyen d'une petite pompe; et les conduites sont disposées de telle sorte que chaque cuve peut à son tour être la première ou la dernière de la série; les peaux ne sont plus touchées jusqu'à ce que le traitement soit fini.

Les liquides tannants sont des jus décolorés d'écorce de Hemlock; on les laisse fermenter jusqu'à une teneur en acide de 1,25 p. 100 (calculée en acide acétique). La proportion p. 100 de tannin est de 2 à 3, ce qui correspond à un degré aréométrique de 18°, au pèse-jus; ce degré s'abaisse au cours du tannage jusqu'à 5° et même 2°. En dessous de 2°, les liquides sont rejetés à l'égout; au-dessus, on s'en sert à nouveau pour lessiver les écorces, ou pour diluer les jus tannants; leur emploi pour lessiver les écorces est excellent parce qu'ils renferment de la matière azotée et sont mieux disposés à subir la fermentation lactique; les vieux jus exercent sur la peau une action plus rapide.

Les peaux subissent ce traitement durant huit à dix jours. On donne le mouvement aux cadres pendant vingt-quatre heures, de sorte que le travail de la tannerie ne cesse ni nuit, ni jour. Les peaux sont ensuite retirées des fosses, mises à égoutter sur un chevalet, puis on les replace dans des tambours à claire-voie, montés sur tourillons, de façon à pouvoir prendre un mouvement de rotation, et immergés à moitié dans un jus de quebracho à 25°. Ces tambours peuvent contenir douze peaux; ils font quinze à vingt tours par minute, mais on les met au repos de temps à autre afin que les peaux ne s'échauffent pas. Le tannage est fini au bout de 36 à 40 heures.

On augmente le rendement en donnant aux peaux, dans des tambours analogues

aux précédents, un traitement à l'extrait de châtaignier; on emploie 2 kilos d'extrait par peau; on fait tourner pendant trois à quatre heures, on enlève alors les peaux, et on les laisse suspendues pendant vingt-quatre heures dans un jus fort. Il n'y a plus qu'à blanchir, huiler, sécher au séchoir mécanique et rouler.

Le temps nécessité par ce procédé de tannage rapide est d'environ 25 jours; soit : 1 jour pour le reverdissage, 6 jours pour le pelanage, 1 jour pour l'épilage, 9 jours pour le gonflement et le premier tannage, 3 jours pour le tannage final, 5 jours pour le blanchiment, le huilage, le séchage et le roulage.

Les modifications du procédé sont aussi nombreuses qu'il y a de tanneries le suivant. Les variations consistent, ou dans la nature de la substance tannante, ou dans le dispositif mécanique. Je pense que le quebracho est employé par presque tous les tanneurs; on a bien essayé de l'employer seul, mais comme il donne peu de rendement, il entraîne le tanneur à lui ajouter d'autres substances plus chargeantes. Souvent on combine ensemble l'emploi de l'écorce de chêne, du bois de quebracho, et du bois de châtaignier; on obtient par cet emploi un cuir un peu moins coloré qu'avec l'écorce de hemlock. Cette combinaison nécessite une addition plus forte d'acide lactique et acétique, que si l'on emploie les jus de hemlock fermentés. L'acide acétique employé seul en quantité suffisante pour assurer le gonflement a une tendance à soulever le grain; l'acide sulfurique, au contraire, ferait tomber le grain tandis que l'intérieur de la peau resterait gonflé. D'où un cuir à la surface cassante, et difficile à bien garnir. Je n'ai pas d'essais à citer sur l'emploi simultané du quebracho et de l'écorce de chêne; le bon marché des bois de châtaignier et de chêne châtaignier rend leur emploi très fréquent, quoiqu'ils ne puissent bien servir que dans le tannage final. Les extraits de châtaignier mis sur le marché présentent les différences les plus grandes, et le choix de celui qui convient est un point très important. On ne les emploiera pas dans le premier tannage en fosses, car le cuir obtenu serait trop coloré; je conseille un extrait avec au moins 30 p. 100 de tannin, sans dépasser 10 à 11 p. 100 de non-tannin, et aussi décoloré que possible. Toute analyse d'extrait sera accompagnée d'un échantillon de couleur sur peau de mouton.

Pour ce qui concerne les dispositions mécaniques, M. Claffin mentionne les brevets suivants : en 1897, Dupin, Gallien et E. H. Dewson pour tambours; en 1898, D. M. Easton pour circulation; en 1899, Mario, pour mode de suspension des peaux; en 1902, 1903, et 1904, Bona Allen pour suspension des peaux à des bras radiaux; le procédé, dit-on, donne les meilleurs résultats; en 1904, Koenitzer, pour suspension des peaux à l'intérieur d'un tambour.

Le tableau suivant donne la comparaison des résultats obtenus par le procédé de tannage rapide et par les anciens procédés.

Les huit échantillons présentaient des sulfates et des sucres.

Les résultats de ce tableau montrent qu'aujourd'hui, on obtient des cuirs, par un tannage rapide, fort proches de ceux obtenus autrefois par le tannage. La quantité de tannin fixée est la même.

Il est difficile d'évaluer les quantités de cuirs obtenues actuellement par le tannage rapide, attendu que presque toutes les tanneries travaillent les deux procédés. M. Claffin estime pourtant la production actuelle à 300 peaux (600 flancs) par jour; elles se vendent dès leur apparition sur le marché. Son estimation est d'ailleurs un minima, car certains l'évaluent au double. En tout cas, tout préjugé ancien a disparu, et le cuir rapide se vend quasiment aussi cher que l'autre, à 1 p. 100 près à la livre.

Nous sommes à même maintenant de fixer avec précision dans quels sens il reste à améliorer les procédés de tannage. Regardons comme hors de doute qu'il est aisé de restreindre la durée du pelanage, en se servant de sulfure de sodium, de carbonate de sodium, de sulfate d'ammonium; en faisant l'échauffe à l'eau chaude (procédé dit Buffalo), on peut amener l'épilage à ne demander que quarante-huit à soixante-douze heures au lieu des cinq à sept jours encore demandés. D'ailleurs, un grand nombre de tanneurs qui travaillent à l'ancienne méthode, ont tiré bon parti de ces modifications. Le procédé Pullman, aux chlorure de calcium et carbonate de sodium, mérite aussi attention. L'emploi de la formaldéhyde pour fixer le gonflement permettrait de restreindre la durée du premier tannage en fosses. Mais son emploi doit être encore étudié, car mes essais m'ont montré que ce corps a une tendance à insolubiliser les fibres au point que le tannin ne se fixe plus. Il faudrait trouver le moyen de former la formaldéhyde peu à peu dans la peau elle-même. Les essais de Claffin avec les composés bisulfites-aldéhydes ne m'ont rien donné. Par contre, un premier traitement en solutions étendues de chrome semble être utile pour donner un tannage partiel qui n'enlève rien au pouvoir absorbant des fibres; mais la couleur n'est pas heureuse.

NUMÉROS.	PROCÉDÉ.	ESSAI D'USURE.	ESSAI de TRACTION.	HUMIDITÉ à 1050.	N	PEAU.	EXTRAIT.	TANNIN.	NON- TANNIN.	SULFATES.	SUCRES.
		minutes.		p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	présence.	présence.
1	120 jours, hemlock. . .	82	940	11,35	7,44	41,81	19,54	7,05	12,49	"	"
2	120 jours, chêne. . . .	87	"	"	7,06	39,68	"	"	"	"	"
3	30 jours, hemlock et quebracho.	92	910	8,89	6,98	39,22	20,83	6,68	14,13	"	"
4	30 jours, chêne.	"	"	"	6,97	39,16	"	"	"	"	"
5	30 jours, quebracho. . .	"	"	"	6,79	38,16	"	"	"	"	"
6	60 jours, union.	100	620	8,84	6,39	36,75	19,89	7,63	12,24	"	"
7	120 jours, union.	67	840	9,98	7,23	40,62	13,32	4,58	8,74	"	"
8	30 jours, chêne et que- bracho.	88	710	10,40	6,73	37,99	22,16	6,94	15,22	"	"

L'extrait de bois de châtaignier coûte moins cher que le quebracho. Mais Eitner a établi que les extraits de bois pénètrent bien mieux que ceux d'écorce; le quebracho a une supériorité toute marquée. A quoi est due cette facilité de pénétration? Les essais de Claffin ne lui permettent de rien conclure. Un tannin moyennement pur, préparé avec l'alcool et l'éther à partir du quebracho ou du chêne-châtaignier, donne les mêmes résultats, qui sont mauvais. Les extraits de bois de quebracho bisulfités n'ont pas une plus grande facilité de pénétration que les autres. Il est à craindre que si on arrive à augmenter pour l'extrait de châtaignier son pouvoir de pénétration on diminuerait son pouvoir de rendement, c'est-à-dire la qualité qui le recommande actuellement, et il faudrait se servir de deux extraits de châtaignier, l'un pour le tannage, l'autre pour augmenter le rendement.

L'une des questions les plus importantes qui se posent au cours du tannage rapide, c'est celle du blanchiment. Il y a une perte très grande de tannin dans le bain du blanchiment garni avec la soude. On peut diminuer cette perte de tannin en retardant le

blanchiment, mais alors il y a perte de temps. On contre-balance cette perte en traitant par le glucose et le sulfate de magnésium; on admet dans le commerce une charge de 3 à 4 kilogrammes par peau. Mais cette charge ne fait pas du tout l'affaire du consommateur, et le cuir ainsi chargé est moins bon, puisqu'il attire plus aisément l'humidité. Ce blanchiment du cuir, d'ailleurs, est une qualité plutôt d'ordre théorique; mais si on veut l'effectuer, il vaut mieux l'effectuer avec des produits qui n'aient pas d'action sur le tannin. J'ai eu de bons résultats avec un traitement en permanganate, puis bisulfite, Les peroxydes sont trop chers.

Pour conclure, nous dirons qu'on obtient de bons cuirs à semelles en trente jours, et ce temps peut encore être diminué de quelques jours pour le pelanage. On peut encore le restreindre en introduisant l'emploi des composés aldéhydiques et des composés métalliques. L'emploi d'extraits purs du châtaignier est susceptible de diminuer le prix de revient. Les dispositifs mécaniques qui sont adoptés sont très bons, mais il faut refroidir plus convenablement les jus. Il ne faut pas que le tanneur se laisse aller à introduire brusquement dans son travail des changements radicaux. Et ce travail dépend beaucoup du facteur personnel. Mais il est hors de doute pour moi que le jour viendra bientôt où tout le cuir à semelle sera tanné rapidement.

TRAVAUX DE L'AMERICAN CERAMIC SOCIETY : *Couvertes cristallisées, conductibilité calorifique des argiles, gâchage des argiles, tables de calcul.*

La question des émaux et couvertes cristallisées a été traitée à la réunion de l'American ceramic Society, par *M. Ray T. Stull*. Il les divise en deux classes, selon qu'on les produit à la surface par procédé de sursaturation, ou selon que la masse tout entière de la couverte présente la structure cristalline.

Quelles sont les substances convenant le mieux? D'après les recherches de R. Stull, ce seraient, pour la portion basique de la couverte, les métaux à plus faible poids atomique dont les oxydes correspondent à la formule RO , tels le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium, le manganèse, le zinc, le fer; et pour la portion acide de la couverte, les corps à poids atomique élevé, tels la silice, le titane, le phosphore, etc.; le bore, dont le poids atomique n'est que de 11, rend au contraire la couverte plus fluide et moins cristalline.

Quelle est la meilleure combinaison à adopter? *M. Stull* a voulu réaliser les cristallisations des différents silicates naturels, et plus particulièrement de l'astrophyllite, silico-titanate complexe de K et Na, et de Fe, Mn. Nous aurions voulu trouver dans le mémoire des formules de couvertes et des conditions très nettes de température, que nos lecteurs auraient certainement trouvées intéressantes. L'auteur se borne à développer, au sujet du dernier point, l'influence que peut avoir la question du chauffage; celui-ci dépend de la composition de la couverte, de sa nature physique, de sa tendance à cristalliser. Si le chauffage n'a pas été porté assez haut, ou si on l'arrête trop soudainement, la couverte laisse une couche trop épaisse qui forme surface mate. Si le chauffage est exagéré, la couverte coule, et il n'en reste pas une couche suffisante pour assurer la cristallisation. La question de la durée du refroidissement a évidemment aussi son importance, car avec une couverte qui cristallise aisément, on peut abréger ce refroidissement.

Dans la discussion qui a suivi la lecture du mémoire, *M. S. Geijsbeck* a parlé d'abord de la willemite, silicate naturel de zinc, qui a été proposé pour les couvertes cristal-

lines, mais qui ne lui a pas donné de résultats satisfaisants. Il a obtenu un curieux résultat sur une couverte brune au nickel; au recuit il obtenait avec du silicate de zinc une couverte d'un beau bleu persan, qu'il croit être un silicate double de zinc et de nickel.

M. H.-A. Wheeler a entrepris la Société de l'intérêt qu'il y a à employer des argiles à haut coefficient de conductibilité calorifique, lorsqu'il s'agit de fabriquer des cornues à gaz, des creusets à zinc, à laiton ou à acier, des creusets à verres, des vases pour laboratoires, en un mot tout vase de céramique, toute poterie destinée à subir une température élevée. Ces essais lui ont montré que la conductibilité calorifique varie dans des proportions non négligeables avec les différentes argiles, et qu'elle semble en raison inverse de l'épaisseur. Voilà comment il opérait : Dans un petit fourneau en briques, muni d'un revêtement d'amiante, il place au sommet l'échantillon à essayer, et a soin de laisser de chaque côté un échappement pour les gaz de la combustion. Il se sert d'un brûleur à gaz. Un thermomètre pour hautes températures est placé au-dessus de l'échantillon; il est noyé dans de la limaille d'acier, et le tout est recouvert de huit épaisseurs d'un gros tissu d'amiante. On note le temps demandé par chaque échantillon pour atteindre une même température, soit 400° F. (c'est-à-dire environ 200° C.).

Ces temps comparés entre eux fournissent des résultats, non absolus, mais de comparaison, pourvu que l'épaisseur, la densité, la porosité, la forme, et toutes autres circonstances soient égales.

M. Leroy Hines Ninston a fait des essais sur le traitement des argiles par le tannin, conformément au procédé *E. G. Acheson*, breveté le 17 mars 1903. Les conclusions sont que ce traitement n'a pas d'influence sur la plasticité, mais qu'il restreint la quantité d'eau nécessaire pour le gâchage, et rend les pièces sèches plus dures; il n'influe pas sur la dureté des pièces cuites.

Enfin, *M. Ross C. Purdy* a présenté des tables de calcul destinées à obtenir rapidement la quantité de silice contenue dans un verre, lorsqu'on connaît la quantité totale de l'oxygène, et celle de l'alumine. Il suffit de signaler ces tables aux analystes spéciaux.

CONSTANTES DE SAPONIFICATION

Des déterminations fort précieuses pour tous ceux qui s'occupent du traitement des corps gras sont celles que *Al. Findlay* et *W.-E. S. Turner* (*Proc. of the Chemical Society*, vol. XXI, p. 427) ont effectuées, pour avoir avec précision les constantes de saponification de plusieurs éthers composés, à 25°, et en déduire l'influence que l'introduction de groupes hydroxyle et alkoxy peut exercer sur la vitesse de l'hydrolyse. Les nombres trouvés sont :

Ether.	Valeur de la constante de saponification.		
	En solution aqueuse.	En solution alcoolique.	
		à 30 p. 100	à 60 p. 100
Éthylphénylacétique	12,4	8,6	(6)
Méthylmandélique	137	(109)	(81)
Éthylmandélique	66	49,4	29,1
Propylmandélique	55	39,5	22,7
Phénylméthoxyacétique	23,3	15,2	(8)
Éthylphénylméthoxyacétique	15,7	10,2	(6)
Éthylphénylpropoxyacétique	13,3	—	(5)

Les nombres entre parenthèses ne sont qu'approchés.

On voit que la vitesse de saponification, c'est-à-dire l'inverse de la vitesse d'éthérification, est grandement accrue par l'introduction de groupes hydroxyl, et au contraire diminuée par l'introduction de groupes alkylés. Cette vitesse est plus grande en solution aqueuse qu'en solution alcoolique.

EMPLOI DE L'HYDROGÈNE SULFURÉ COMME DISSOLVANT

MM. U. Antony et G. Magri donnent dans le dernier numéro de la *Gazzetta chimica italiana*, le résultat des recherches qu'ils ont effectuées sur cette question au laboratoire de chimie générale de l'Université de Pise. Après avoir exposé la façon dont ils obtiennent le gaz H^2S , dont ils le purifient, le dessèchent, enfin le liquéfient, ils décrivent l'appareil dont ils se sont servis pour expérimenter le pouvoir dissolvant de l'hydrogène sulfuré liquide sur un grand nombre de substances, et les variations dans le point d'ébullition et dans le coefficient de conductibilité électrique.

Je ne connais pas de travail aussi étendu sur le point en question. Et bien que le sujet soit plutôt théorique, il me semble cependant utile de donner les résultats obtenus, car il y a toujours utilité pour le chimiste industriel de connaître des résultats de ce genre, ne serait-ce que pour prévenir des tentatives dans une voie infructueuse.

SOLUBILITÉS EN GRAMMES DANS 100 CENTIMÈTRES CUBES D'HYDROGÈNE SULFURÉ LIQUIDE

	Solubilité	Couleur de la solution.	Milliampère (vols 114).	
Sodium.	0			Pas de réaction.
Potassium.				
Mercurc.				
Soufre.				
Phosphore.				
Iode.	1,14	Rouge brun.	20	Se dissout avec absorp- tion de cha- leur.
Chlorure de sodium	0			Sans déviation.
— de potassium.				
— de cuivre.				
— de mercure.				
— de plomb.				
— de soufre.		Rouge.	4	
Trichlorure de phosphore.	0,11	Incolore.	18	T. augmente.
— de bismuth.	0,08	—	3	Sur le filtre, le chlorure de- vient rouge par formation de chlorosul- fure.
Iodure de phosphore (PI ²).	0,09	Jaune.	20	T. diminue.
Tribromure de phosphore.		Jaunâtre.	3	
Permanganate de potasse.	0			Sans réaction.
Chromate de potasse.				
Bichromate de potasse.				
Anhydride chromique				
Chlorure de carbone.				

	Solubilité.	Couleur de la solution.	Milliampère (volts 114).	Remarques.
Iodoforme.	0,89	Jaunâtre.	3	T. diminue.
Iodure de tétraméthylammonium.	0,6	Incolore.	20	Se dissout avec absorp- tion de cha- leur.
Acide picrique.	0,12	—	} Sans déviati.on.	
Picrate de potasse	0,01	—		
Ortho-nitrophénol	0,49	Jaune.		
α -nitronaphtaline.	0,18	Incolore.		
Benzyle	1,3	Jaune clair.		
Azobenzol.	1,07	Jaune orange.		
β -naphtylamine	0,18	Incolore.		

NOUVEAU GRISOMÈTRE

MM. Hauger et Pescheux (Comptes rendus, 1905) viennent de proposer un nouvel avertisseur de la présence des gaz d'éclairage ou du grisou. Cet appareil se compose d'une balance de précision très sensible, portant à l'une des extrémités du fléau un récipient contenant de l'air normal, équilibré à l'autre extrémité par un plateau de même surface, lorsque l'air ambiant est dans les conditions normales de respirabilité.

Si l'air change de composition, sa densité se modifie suivant la proportion de gaz mélangée. L'équilibre se trouve rompu. Dans ce cas, l'instrument influencé plonge une aiguille dans un godet de mercure et ferme un circuit électrique activant une sonnerie ou tout autre appareil, même à distance, ce qui, pour les mines, peut être d'une grande utilité.

L'aiguille, réglable à volonté, peut ainsi donner le degré de sensibilité que l'on veut obtenir suivant la proportion du mélange.

Pour neutraliser les influences atmosphériques de pression et de température, les inventeurs ont établi sur le fléau deux compensateurs, l'un corrigeant les variations de pression composé d'un anéroïde agissant sur un multiplicateur déplaçant longitudinalement une tare mobile (cavalier glissant sur un fil). Les influences thermiques sont compensées par une spirale bi-métallique actionnant de même un levier et agissant de même manière sur un cavalier mobile. Ces instruments, réglés sous cloche et en étuve, sont ainsi invariables aux diverses pressions et températures.

CARACTÉRISATION DE LA SOIE ARTIFICIELLE

La caractérisation de la soie artificielle n'est pas bien aisée à établir dans les fibres mélangées. Lorsqu'il s'agit de nitrocelluloses plus ou moins complètement dénitrées, il est facile de déceler des traces d'acide nitrique, mais la caractérisation reste qualitative. Dans l'une de nos prochaines revues, nous donnerons le relevé de tous les moyens qui ont été proposés pour caractériser les différentes soies artificielles à base de nitrocelluloses ou de celluloses dissoutes dans différents solvants, de gélatine insolubilisée, de xanthate de cellulose ou d'acétate de cellulose, etc. Signalons seulement aujourd'hui, d'après *The Dyer*, un procédé simple qui consisterait à exposer le tissu à essayer, pendant une dizaine de minutes, à une chaleur sèche d'environ 200°. Puis, lorsque l'échantillon est refroidi, on frotte fortement et la soie artificielle se désa-

grégerait, tandis que le coton, la laine et la soie réelle ne subissent aucune altération. Il est bien vraisemblable que le traitement ne s'applique qu'à certaines soies artificielles, mais entre les mains de chimistes experts, il pourrait servir, dans les circonstances appropriées, de base à une détermination quantitative.

PROTECTION DU CUIVRE CONTRE L'ACTION DES EAUX DE LA MER

On cherche depuis très longtemps dans la marine à combattre l'action nuisible des eaux de la mer sur le cuivre et ses alliages, en particulier sur les tubes des condenseurs.

L'étamage intérieur, quand il ne présente pas de défaut, offre une certaine sécurité, mais il rend le métal plus mou. Depuis quelques années, on emploie des tubes de cuivre et de fer, doublés de plomb; mais l'épaisseur de ce dernier doit être au moins de 3 millimètres, de sorte qu'ils sont très lourds, et on les plie difficilement.

Le fait expérimental que les tubes de cuivre et de laiton contenus dans les condenseurs en fonte de fer sont relativement peu attaqués, a conduit à l'idée de combattre l'action chimique de l'eau de mer par une action électrolytique. D'après l'ingénieur de marine Uthemann (*Verein deutscher Ingenieure*), des essais faits avec des tubes de cuivre dont l'intérieur est parcouru par une spirale de fil d'acier ont donné de bons résultats. En présence d'eau de mer, un dégagement gazeux se produit, et la surface du cuivre se recouvre d'une couche d'oxyde de fer très adhérente, qui forme enveloppe protectrice.

L'épaisseur du fil d'acier doit être de 1 à 2 millimètres pour les tubes usuels. Les essais effectués avec des tubes ainsi protégés ont montré qu'ils augmentent toujours de poids, alors que les tubes non protégés perdent constamment.

DIVERS : ICONOGÈNE, NITRATE DE CHAUX, ÉMAUX PLOMBIFÈRES, ACIDE FORMIQUE

L'acide naphthol sulfonate sodique 1,2,6 (iconogène) en solution à 5 p. 100 (saturée) est proposé par *M. E. Pinerna Alvarez* (Comptes Rendus, 1905, p. 1186) comme nouveau réactif du potassium et pour séparer des groupes de métaux.

Le nitrate de chaux donnerait en agriculture des résultats bien supérieurs à ceux du nitrate de soude, d'après *M. E. S. Bellenoux* (Comptes Rendus, 1905, p. 1190). La proportion du sucre dans les betteraves est de 1,37 p. 100 supérieure, et celle de la fécule dans les pommes de terre de 1,80 p. 100 plus grande.

M. Vogt m'a prié d'appeler l'attention de nos lecteurs sur un travail que *M. Ed. Bertel* a publié dans le *Sprechsaal* sur les Émaux plombifères, et leur toxicité.

Ce travail a été effectué au laboratoire de recherches de la manufacture de porcelaine de Charlottenburg, sa reproduction est interdite et nous sommes obligés de renvoyer les lecteurs plus particulièrement intéressés au document original. Nous nous bornerons à dire ici que le mémoire traite des émaux plombifères, par rapport à la loi allemande du 25 juin 1887 concernant le commerce des objets qui contiennent du plomb ou du zinc. Les derniers bouillis pendant une demi-heure avec de l'acide acétique à 4 p. 100 ne doivent pas déceler de plomb. Ce mémoire comprend deux parties : A, la recherche d'un émail non toxique; B, la préparation d'émaux colorés également inoffensifs.

L'acide formique voit ses applications s'étendre aussi bien en teinture qu'en médecine.

eine. En médecine, le vieil élixir de magnanimité, qui était une macération de fourmis dans l'eau-de-vie, voit sa vogue se renouveler. La chose semble naturelle si l'on considère qu'une fourmi est capable de soulever des poids bien supérieurs à son propre poids. Un médecin de Lyon, M. Clément, a fait des expériences concluantes avec l'acide formique et les formiates; ces expériences sont confirmées par celles de M. L. Garrigue et de M. Huchard, et les communications des deux savants, soit à l'Académie des Sciences, soit à l'Académie de Médecine, sont des plus intéressantes. L'absorption journalière de 1 gramme de formiate de soude augmente notablement les forces musculaires.

En teinture, son emploi prend une position tout à fait remarquable. L'acide formique rend les meilleurs services dans la teinture des unions parce qu'il n'a aucune action attendrissante sur la fibre du coton, dans la teinture du coton en noir d'aniline pour la même raison, dans la teinture des laines lorsqu'il y a difficulté d'unisson. En impression, ce serait un excellent agent de dégorgeage pour les couleurs au tannin. Dans le traitement des cotons mercerisés, il donnerait le cri soyeux mieux que l'acide acétique, à moindre prix que l'acide tartrique, avec moins de danger pour la fibre que l'acide sulfurique. D'ailleurs l'acide formique se vend aujourd'hui à un prix qui ne dépasse pas celui de l'acide acétique. Enfin, il représente l'agent réducteur par excellence du bichromate, parce que son action s'exerce lentement et progressivement, et qu'elle est entière. Sans entrer dans le détail d'expériences concluantes, l'on peut dire que l'acide formique est peut-être le meilleur acide que l'on puisse utiliser pour teindre bien uni les couleurs acides tant sur laine pure que sur tissus mélangés laine et coton, et aussi sur cuir, et pour teindre en noir d'aniline le coton.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SÉANCE DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES DU MARDI 11 AVRIL 1905

Sous la présidence de M. Troost.

MM. L. et H. rendent compte des démarches qui ont été faites auprès des représentants des industries de la tannerie et de la savonnerie à Paris et en province, en vue des secours à accorder aux ouvriers malheureux de ces industries sur les fondations Fauler et Legrand. Les propositions des rapporteurs sont adoptées et le Comité décide de transmettre à la Commission des Fonds et au Bureau, avec avis favorable, les noms d'un certain nombre d'ouvriers remplissant les conditions voulues pour profiter de ces libéralités.

M. Livache lit un rapport sur un important mémoire de M. Boulanger relatif à l'essai mécanique des cuirs par rupture de rondelles. Le Comité approuve les conclusions de ce rapport et émet le vœu que le mémoire soit imprimé *in extenso* au *Bulletin*. Quelques membres expriment le désir de voir joindre à ce mémoire un certain nombre des belles photographies microscopiques exposées par l'auteur dans la séance dernière de distribution des prix de la Société.

M. G. signale au Comité quelques résultats intéressants obtenus par la trempe des bronzes d'aluminium. Les bronzes du commerce arrivent, après une trempe faite à une température convenable, à donner des allongements dépassant 60 p. 100 avec une résistance plus élevée que celle du métal recuit.

M. L. C. signale les incertitudes qui existent aujourd'hui sur la détermination des différentes conditions de la construction des fours, telles que section à donner aux cheminées et aux rampants pour ne pas dépasser une perte de charge donnée, épaisseur à donner aux maçonneries des fours pour ne pas dépasser une perte de chaleur donnée. Il pense que des mesures précises sur la conductibilité calorifique des matériaux de construction, sur leur perméabilité aux gaz et sur la perte de charge dans des conduites traversées par des gaz chauds pourraient rendre de réels services à l'industrie. Il propose en conséquence de demander au Conseil de la Société un crédit de 3 000 francs pour organiser un ensemble d'études sur ces questions.

M. A. fait remarquer que si les ingénieurs des usines ne sont pas toujours suffisamment documentés sur ces questions, les constructeurs des fours ont, par leur expérience journalière, dû réunir un grand nombre de données utiles. Il serait peut-être bon de prendre quelques renseignements auprès d'eux.

Le Comité des Arts chimiques approuve la proposition qui lui est soumise et le rapport dont il a été donné lecture à l'appui, sous réserve des quelques modifications de détail qui pourront être faites d'après les renseignements que M. A. veut bien se charger de recueillir auprès des constructeurs de fours.

Un membre du Comité signale l'intérêt de la *Revue de Chimie* publiée dans les derniers numéros du *Bulletin* par M. Garçon. Il serait désirable de donner plus de développement encore à cette revue sur laquelle l'attention de la Commission du *Bulletin* pourrait être tout particulièrement attirée par le Comité. Il serait en outre utile d'appeler M. Garçon aux séances du Comité pour causer chaque mois avec lui de son travail en préparation et permettre ainsi aux membres du Comité de lui signaler les faits nouveaux venus à leur connaissance. Cette proposition est adoptée.

M. Le Chatelier s'offre pour remplir les fonctions de secrétaire du Comité de Chimie. Il s'occuperait de préparer les affaires devant venir en discussion au Comité, de préparer la correspondance et de rédiger les procès-verbaux destinés à être publiés au *Bulletin* de la Société. Le procès-verbal officiel du Comité continuerait comme par le passé à être rédigé par M. Richard. Cette proposition est acceptée.

Le Secrétaire du Comité des Arts chimiques,

II. LE CHATELIER.

PROCÈS-VERBAL

DE LA SÉANCE DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES DU MARDI 9 MAI 1905

Sous la présidence de M. Troost.

M. Livache donne lecture de son rapport sur le mastic à l'oxyde de zinc de M. Bonneville. Les mastics au minium, d'un usage si général pour assurer l'étanchéité des joints métalliques, peuvent être remplacés par le mastic à l'oxyde de zinc, dans lequel l'huile de lin est remplacée par de l'huile de bois (*wood oil*). Cette huile se polymérise sous l'action de la chaleur en donnant une substance élastique très résistante.

M. J. demande si l'huile de bois n'a pas l'inconvénient d'émettre des vapeurs nuisibles pour les yeux.

M. L. répond que, d'après les renseignements qui lui ont été fournis, cet inconvénient ne se serait pas manifesté dans l'emploi du nouveau mastic.

Les conclusions du rapport sont adoptées.

A l'occasion de ce rapport, M. L. C. signale les études intéressantes faites aux États-Unis sur la résistance des peintures à l'huile aux intempéries. Aucune peinture à l'huile n'assurerait une protection suffisante pour les métaux oxydables comme le fer. Elles seraient toutes perméables. On le reconnaît en étendant une couche de peinture sur une plaque de verre gommée ou dextrinée et immergeant ensuite cette plaque dans l'eau après dessiccation de la peinture. On constate que l'eau pénètre toujours par les pores de la peinture plus ou moins rapidement, suivant son âge, et vient dissoudre la couche inférieure de dextrine en amenant ainsi le décollement de la couche de peinture. D'autre part, les expériences faites dans le même pays montreraient que les oxydes et carbonates de plomb et de zinc réagissent à la longue sur l'huile en lui enlevant toute son élasticité et la rendant très friable. Pour les usages extérieurs, il serait préférable de n'employer, au moins pour les couches superficielles, que des pigments inactifs : noir de fumée, baryte, mica et certaines variétés d'oxydes de fer. A la suite d'études prolongées, la Compagnie du Pennsylvania Railroad est arrivée à une solution plus radicale encore, la suppression de la peinture à l'huile pour les ouvrages métalliques et son remplacement par l'application d'une feuille de papier paraffiné fixée au moyen d'une matière adhésive non spécifiée. Ce mode de protection ne coûterait pas plus cher qu'une peinture en deux couches et durerait infiniment plus longtemps. On peut, au point de vue décoratif, appliquer une couche de peinture sur ce papier.

En présence de ces faits, il serait peut-être intéressant d'organiser quelques recherches de laboratoire sur la peinture à l'huile, des mesures sur sa porosité et sa perméabilité réelles, des études sur la combinaison des pigments avec l'huile.

M. L. ne croit guère à la possibilité d'obtenir uniquement par des recherches de laboratoire des résultats suffisamment probants. En fait de peinture, la durée et les intempéries atmosphériques sont les deux facteurs dominants; rien ne vaut des essais pratiques comme ceux qui ont été organisés à l'Institut Pasteur. Quant à la friabilité des peintures, elle se produit d'autant plus lentement que la teneur en huile est plus forte; c'est surtout à ce point de vue que la rapidité d'action du siccatif employé se fait sentir. Si, en effet, son action est trop lente, les pigments poreux continueront à absorber de l'huile, réduisant ainsi la quantité d'huile qui, une fois séchée, doit les maintenir en

place; si, au contraire, le siccatif épaissit rapidement l'huile en quelques heures, cette absorption ne peut plus continuer, et la presque totalité de l'huile donne son effet utile pour la liaison et le maintien des pigments.

M. H. demande s'il a été fait des essais pour employer comme pigment le sulfure de zinc au lieu d'oxyde. La peinture faite dans ces conditions présente-t-elle le même degré de stabilité? On sait que dans les laboratoires le sulfure de zinc humide s'oxyde très rapidement en se transformant en sulfate. En est-il de même pour le sulfure mélangé à l'huile?

M. L. ne connaît pas d'expériences systématiques faites sur l'emploi du sulfure de zinc pur. Les expériences qu'il a faites antérieurement, sur l'introduction du plomb métallique dans l'huile, ont montré que cette poudre, si altérable à l'air, se conservait sans changement quand elle est englobée dans l'huile. On a fait, par contre, de nombreux essais avec le lithopone, mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryte. Ce mélange, lorsqu'il est obtenu par double décomposition et que, par suite, le sulfate de baryte est en très grand état de division et assez poreux, semble pouvoir donner des peintures satisfaisantes, mais si on substitue au sulfate de baryte précipité du sulfate de baryte naturel qui est moins coûteux mais aussi plus grossier et non poreux, il n'en est plus de même. Il ne faut pas oublier, d'autre part, que les peintres sont habitués à considérer les composés barytiques comme des produits destinés à la fraude et il sera fort difficile de leur faire accorder confiance à ces nouveaux produits. Il y a, d'autre part, grand intérêt, si on veut faciliter la diffusion des peintures sans plomb, à ne pas mettre en présence une série de produits différents dont quelques-uns pourront conduire à des échecs qui réagiront sur le crédit accordé aux autres.

M. L. C. comprend très bien la portée de cet argument, mais c'est seulement un argument de politique. Les métallurgistes qui entrevoient l'occasion d'écouler des sous-produits sans valeur ou des déchets de fabrication, demanderont que, avant de refuser les nouveaux produits, on leur oppose des raisons techniques. Des expériences systématiques faites sur les différentes matières proposées ne seraient donc pas dénuées de tout intérêt.

On fait en ce moment de nombreuses recherches en vue de la préparation de l'oxyde hydraté de zinc en partant de minerais pauvres inutilisables dans la Métallurgie, dans l'espoir d'employer cet oxyde hydraté concurremment avec l'oxyde anhydre. Ces deux produits sont-ils équivalents ou non?

A l'occasion de la discussion précédente, M. L. C. signale au Comité les brevets Newberry aux États-Unis et Leybolt en Allemagne, consistant à introduire dans les ciments de la stéarine ou, des composés dérivés de la stéarine, en vue de les rendre imperméables à l'eau. L'addition de ces composés à la dose de 1 à 2 p. 100 suffirait pour améliorer considérablement la qualité des

tuiles et des enduits en ciment, ou, à qualité égale, permet d'employer des mortiers plus maigres et par suite moins coûteux.

M. J. rappelle qu'un certain nombre de stéarates ont la propriété de ne pas se laisser mouiller par l'eau. Le stéarate de cuivre est employé pour ce motif pour la confection des bâches et celui d'alumine a été proposé pour l'imperméabilisation des vêtements. Il semble donc naturel de penser que les stéarates qui sont susceptibles de se former dans les ciments peuvent jouer un rôle analogue.

M. G. donne quelques indications sur les questions qu'il se propose de traiter dans ses prochaines revues de Chimie. La question des hydro-sulfites prend aujourd'hui une importance de plus en plus grande en industrie. Différentes publications ont été faites récemment sur l'historique de la découverte des usages de ces corps, mais il a reconnu que plusieurs omissions ont été commises; il a tâché de placer la question à son point exact dans une première étude historique, et il se propose de donner ultérieurement une étude technique complète de la préparation et des applications des hydrosulfites industriels.

M. G. signale dans le dernier numéro du *Journal of the Society of chemical Industry* deux mémoires qui lui ont paru intéressants, par les données historiques ou expérimentales qu'ils renferment, l'un sur l'emploi du charbon pulvérisé, l'autre sur le tannage rapide du cuir à semelles.

M. G. signale dans les transactions de l'*American Ceramic Society* quelques articles intéressants. M. Stull a fait une longue étude sur la production de couvertes cristallisées et indiqué les conditions du traitement thermique qui permettent d'obtenir les meilleurs résultats. M. Geijsbeek, à l'occasion de la discussion de ce mémoire, signale les résultats très curieux que l'on obtient avec le nickel. Des couvertes brunes à la première cuisson donnent, par le recuit, un magnifique bleu persan. Dans le même volume, M. Wheeler rend compte de quelques recherches sur la conductibilité des matériaux réfractaires employés dans la confection des cornues. Des pâtes semblables de même épaisseur peuvent donner, suivant les conditions de leur fabrication, des différences de conductibilité s'élevant à 50 p. 100. Enfin M. Acheson signale les résultats obtenus avec l'emploi du tannin et quelques matières de même constitution, pour accroître la plasticité des pâtes et diminuer la quantité d'eau nécessaire à leur gâchage.

M. L. C. fait remarquer que les études sur la conductibilité des produits réfractaires présenteront un réel intérêt pour guider dans les études que le Comité se propose de faire faire sur le même sujet.

M. G. signale dans le *Génie civil* une étude sur la soie visqueuse et un mé-

moire beaucoup plus complet sur les diverses soies artificielles paru dans le *Moniteur scientifique*. Il pourrait être intéressant de donner dans le *Bulletin* de la Société un exposé assez détaillé de l'état actuel de cette industrie; car dès le début de la fabrication de la soie artificielle, la Société a encouragé ces recherches par des récompenses et des rapports publiés au *Bulletin*.

M. H. fait remarquer qu'il y a aujourd'hui quatre espèces de soie artificielle de fabrication industrielle. Il signale les différences dans leur mode de préparation : la soie de M. Chardonnet est un véritable collodion plus ou moins complètement dénitrifié après fabrication; la soie appelée « Glaustoff » est obtenue par dissolution du coton dans l'oxyde de cuivre ammoniacal et filage; la soie Viscose dont il a été question dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement (Mémoire de M. Bardy); la soie à l'acétate de cellulose brevetée par M. Hœnckel de Donnersmarck.

M. L. signale les difficultés en présence desquelles se trouve aujourd'hui le service des Douanes. On importe des tissus dans lesquels une âme en coton est enveloppée de fils brillants comme la soie. On peut très bien distinguer qualitativement les deux groupes de fibres coton et soie, mais il serait très intéressant d'avoir un procédé quantitatif autre que la séparation à la main, permettant d'en déterminer les proportions, car les droits varient suivant que la proportion des fibres végétales est inférieure ou dépasse 5 p. 100.

M. H. S'il est facile de distinguer chimiquement la soie naturelle de la soie artificielle, il devient difficile de déterminer qualitativement et quantitativement la soie artificielle mélangée au coton, puisqu'on a affaire dans les deux cas à de la cellulose. L'une des soies artificielles, celle de M. Chardonnet, peut être caractérisée au moyen d'un mélange de diphénylamine et d'acide sulfurique. Elle donne, en effet, dans ces conditions une coloration due à des traces de produits nitreux qu'elle renferme.

Le Secrétaire du Comité des Arts chimiques :

H. LE CHATELIER.

NOTES DE MÉCANIQUE

GUIDAGES CURVILIGNES DANS LES MACHINES-OUTILS

d'après *M. Siegfried G. Werner* (1).

On remarque, dans la construction moderne des machines-outils, les efforts faits par les constructeurs pour perfectionner les mécanismes des guidages curvilignes (2). A ces derniers, on peut ajouter les dispositifs automatiques qui permettent de tourner des pièces suivant des profils courbes, etc.). L'emploi des gabarits à reproduire est très répandu, surtout lors qu'il s'agit d'une fabrication en série ; mais tout en présentant certains avantages par leur simplicité et leur facilité de montage, ces gabarits ont le défaut de ne servir qu'à fabriquer des pièces déterminées et de s'user très rapidement. Ces défauts ne sont pas négligeables en pratique. Il est facile de se rendre compte, principalement d'après la littérature américaine, des efforts faits, pour remplacer ces gabarits par des mécanismes qui, tout en présentant les mêmes avantages, n'en possèdent pas les défauts.

Nous avons l'intention de décrire et d'analyser toute une série de ces mécanismes. Une partie de ces mécanismes est destinée seulement à servir à la confection des pièces ayant une forte courbure.

Le premier des mécanismes de ce genre a été décrit en 1838 par Whitelaw (3). Parmi les mécanismes plus récents, et qui méritent d'être cités, nous pouvons indiquer celui décrit au n° V de ce travail et qui s'adapte facilement sur des raboteuses (4).

Un second groupe de guidages permet de travailler des pièces à très grand rayon de courbure. Ces mécanismes peuvent être employés avec avantage pour tourner la surface bombée des poulies (nos VI, VII, VIII, IX) et des bielles (n° VIII). Pour faciliter l'emploi de ces différents mécanismes, nous donnons une série de formules et des tracés à l'aide desquels on peut dresser des tables d'une grande utilité pour l'usine.

Le procédé graphique employé pour le développement de nos formules est basé sur la méthode du professeur Hartmann (5).

Les mécanismes nos XII et XIII permettent de fabriquer des pièces rigoureusement elliptiques, le n° XIV des pièces ovales et le n° XV conduit l'outil sur des courbes se rapprochant beaucoup de celles de Cassini.

(1) *Verhandlungen des Vereins zur Beforderung des Gewerbefleisses*, janvier et février 1903.

(2) Friedrich Ruppert, *Aufgaben und Fortschritte des deutschen Werkzeugmaschinenbaues*. *Zeitschrift d. V. d. I.*, janvier 1902, p. 437.

(3) *Polytech. Centralblatt*, 1838, p. 437.

(4) *American Machinist*, 1902, p. 721.

(5) *Z. V. d. I.*, 1893, p. 93 et suiv.

I. — Mécanismes conduisant la pointe de l'outil suivant un arc de cercle de faible rayon.

Le mouvement de l'outil, dans ce mécanisme, est très simple. L'emploi de ce mécanisme est assez restreint, étant donné que l'élément (généralement des leviers oscillant) qui limite la longueur de l'arc, ne peut être réglé qu'entre certaines limites. Les mécanismes dont nous donnons ci-dessous la description peuvent être considérés comme des types de cette classe et l'emploi de ces derniers, plus ou moins perfectionnés, est très fréquent dans la pratique.

MÉCANISME N° I (fig. 1) (1)

Ce dispositif peut s'adapter facilement sur un tour ordinaire existant, avec des modifications légères et peu coûteuses. Pour l'employer, il faut enlever l'écrou de la

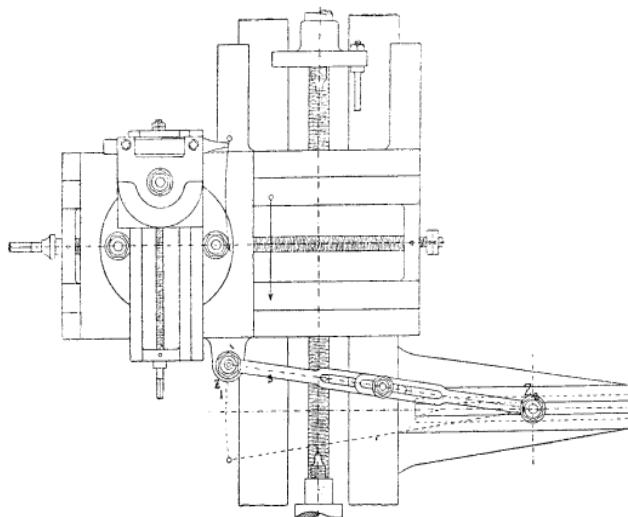


Fig. 1.

vis du chariot transversal; ce dernier opère son déplacement relatif par une bielle S en deux parties, dont une extrémité est fixée librement en r_1 tandis que l'autre z , oscille autour de l'axe Z_2 , fixé au banc. Pendant le mouvement du chariot longitudinal, chaque point du chariot transversal décrit un arc de cercle semblable à celui décrit par le point z_1 . La construction de la bielle S en deux parties permet de régler le rayon du cercle décrit par l'outil.

Ce mécanisme est très employé aux États-Unis (2).

(1) *Civ. Ing.*, vol. XVII, planche 19.

(2) *American Machinist*, 1898, p. 726.

MÉCANISME N° II (fig. 2) (1)

De même que le précédent, ce mécanisme peut aussi très facilement être monté sur un tour ordinaire et permet de produire des surfaces sphériques concaves. La vis servant à avancer le petit chariot porte-outil doit être enlevée. Grâce à la suppres-

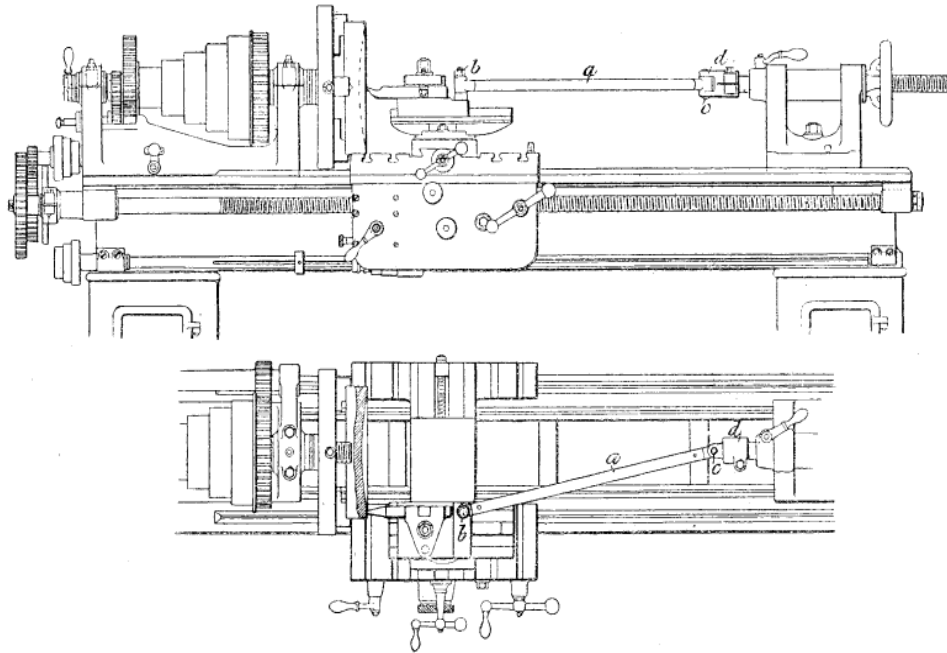


Fig. 2.

sion de cette vis, le chariot peut se déplacer librement. Pendant le mouvement longitudinal du grand chariot, le petit chariot reçoit un déplacement relatif par l'intermédiaire de la bielle *a*, dont une extrémité aboutit en *b* et dont l'autre oscille autour de l'axe *c* du support *d* monté sur la contrepointe.

MÉCANISME N° III (fig. 3) (2)

Ce guidage est destiné à tourner des surfaces sphériques convexes.

Le déplacement nécessaire de l'outil est obtenu à l'aide de la glissière *k*, rigidement reliée par la tige *l* au chariot longitudinal. La bielle *a* relie l'axe *i* de la glissière à l'axe *h* du chariot *f*. Ce dernier se déplace transversalement sur la plaque *e* et

(1) *Zeitschrift für Werkzeugmaschinenbau*, 1902, p. 6.

(2) *Zeitschrift für Werkzeugmaschinen*, 1902, p. 6.

embrasse le galet *g* fixé sur le petit chariot transversal. L'axe *i* se déplace longitu-

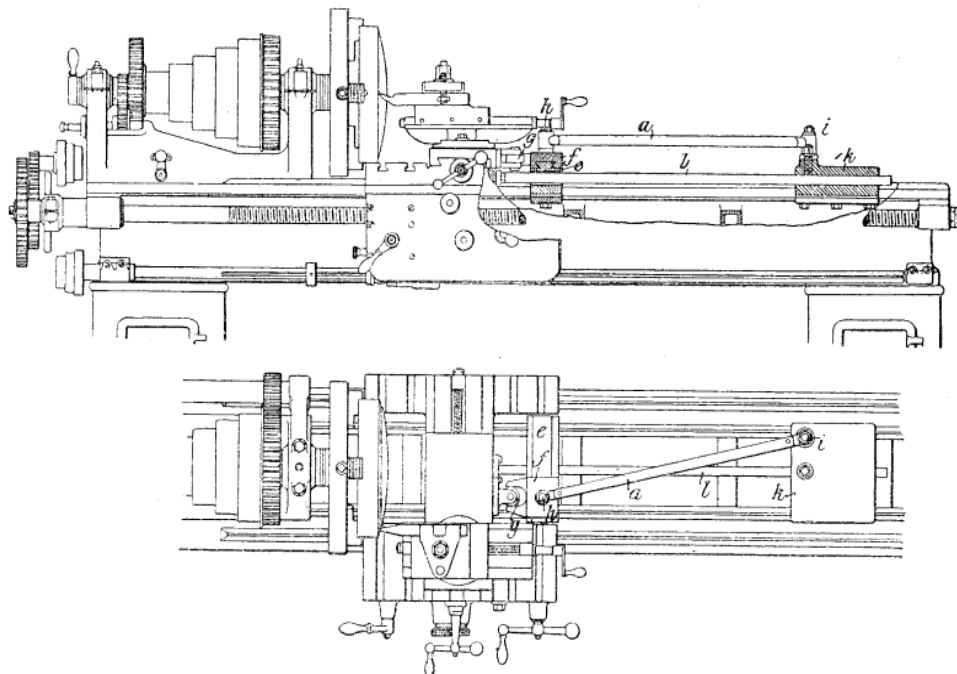


Fig. 3.

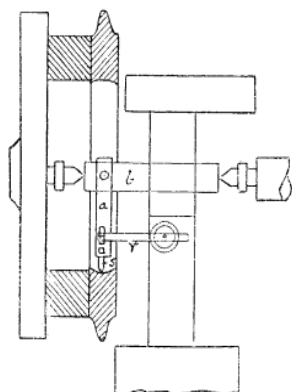


Fig. 4.

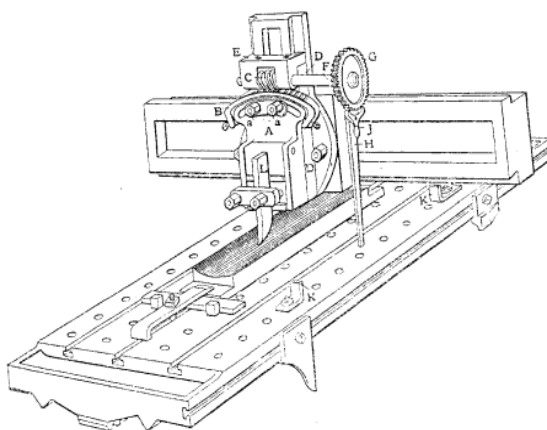


Fig. 5.

dinalement. Par conséquent, les extrémités *h* et *i* de la bielle *a* glissent sur les côtés d'un angle droit. (Problème de Cardan.)

MÉCANISME N° IV (fig. 4) (1)

Ce dispositif est employé pour tourner la jante intérieure des roues. Sur le mandrin b , est monté le porte-outil a , relié par la tige r au chariot, et, lorsque celui-ci se déplace, l'outil décrit un arc de cercle.

MÉCANISME N° V (fig. 5) (2)

Le mécanisme présenté par la figure 5 est destiné à être monté sur des raboteuses. A l'aide de ce guidage, on peut produire des surfaces courbes concaves; il se prête aussi très bien à la fabrication d'articles en grandes quantités et a, en outre, l'avantage de se monter et démonter facilement. On fixe sur le porte-outil un secteur denté B, qui engrène avec une vis sans fin C, montée sur l'arbre F porté par la glissière E. A l'extrémité de l'arbre F est calé un rochet G. Lorsque les taquets K, fixés sur la table de la raboteuse, viennent heurter le levier H du cliquet double J, ce dernier fait tourner l'arbre de la vis et déplace l'outil suivant un arc de cercle. Les écrous fixant le porte-outil sont serrés de façon à lui permettre un déplacement suivant un arc de cercle.

II. — Mécanismes permettant de produire des surfaces de faibles courbures.

MÉCANISME N° VI (Krause) (3)

1) Description du mécanisme (fig. 6).

Sur le banc du tour est fixé un chariot avec une rainure dans laquelle on peut fixer un axe Z_1 qui sert de pivot à un levier relié par une bielle au chariot transversal du tour. Chaque point de la bielle, pendant le mouvement de va-et-vient du chariot transversal, décrit un arc de courbure d'autant plus faible que le point Z_3 d'attache de la bielle au chariot transversal est plus près du point Z_1 du levier; il faut, comme notre figure l'indique, pouvoir régler exactement la distance $Z_1 Z_3$.

La figure 6 empruntée à un ouvrage du professeur Hartig publié dans le *Civil Ing.* (vol. XVII) est ancienne. Il est préférable de placer le guidage au-dessous du banc du tour, ce qui est moins encombrant et permet d'exécuter des pièces de plus fort diamètre. Ce mécanisme peut être employé lorsqu'il s'agit de surfaces courbes d'une faible largeur, comme des poulies bombées. Le professeur Hartig a établi une formule permettant d'installer l'appareil lorsqu'on connaît la flèche de la courbe. Mais il est préférable, comme nous allons le voir, de calculer la position de l'appareil en partant de la longueur de la manivelle $Z_1 Z_3$.

Ce mécanisme est représenté schématiquement par la figure 7. Le point 1 est l'axe de rotation de la manivelle 1-2; le point 3 de la bielle se déplace suivant une droite. Déterminons d'abord la courbure de la trajectoire d'un point quelconque de la bielle 2-3 pour une position quelconque du mécanisme (fig. 8). Le centre instantané p , autour duquel tourne la bielle 2-3, est le point d'intersection des perpendi-

(1) *American Machinist*, 1902, p. 27.

(2) *Civil Ing.*, vol. XVII, planche 24.

(3) *Ibid.*

éulaires menées par les points 2 et 3, aux directions des vitesses de ces points. Tout le système tourne autour de ce point avec une vitesse angulaire $w = \operatorname{tg} d$. Les vitesses des points 2 et 3 seront par conséquent

$$\begin{aligned} v_2 &= r_2 w; (r_2 = p - 2) \\ v_3 &= r_3 w; (r_3 = p - 3). \end{aligned}$$

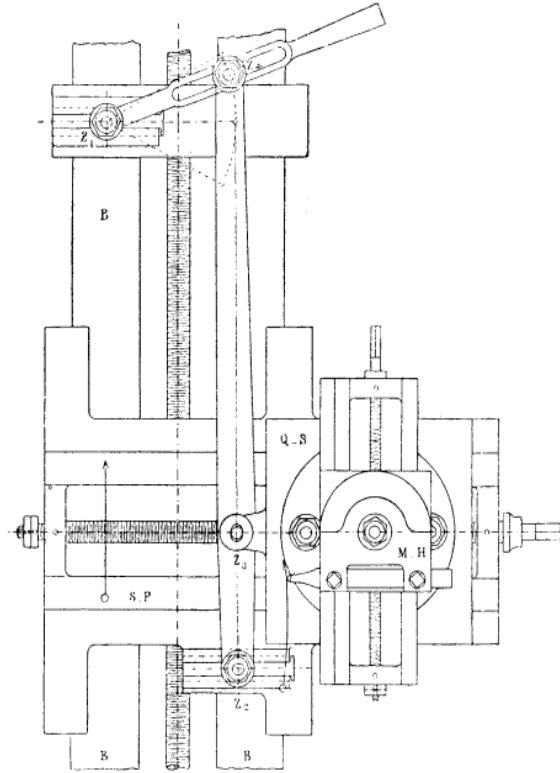


Fig. 6.

La vitesse du point 5 de la bielle est perpendiculaire au rayon $p - 5$, sa valeur est donnée par la relation

$$v_5 = r_5 w.$$

Pendant le mouvement, le rayon polaire r_2 tourne autour du point 1 avec la vitesse angulaire :

$$w_2 = \operatorname{tg} d_0 = \frac{v_2}{r}; (r = 1-2).$$

Le rayon polaire $r_3 (p - 3)$ se déplace suivant une droite avec la vitesse u_3 . Les composantes de la vitesse de déplacement du centre p seront par conséquent

$$u_2 = r_2 w_2; (r_2 = p - 2) = r_2 \operatorname{tg} d_0$$

et $u_3 = v_3.$

Le point d'intersection des perpendiculaires élevées aux extrémités de ces composantes permet de déterminer en grandeur et en direction la vitesse u . La composante de cette dernière, dans la direction du rayon r_5 , est u_5 . En reliant par une droite l'extrémité de cette composante avec celle de v_5 , on obtient, au point d'intersection de

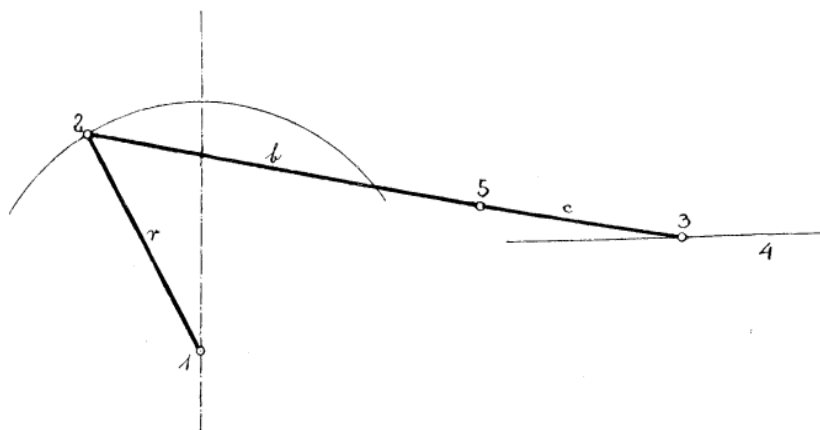


Fig. 7.

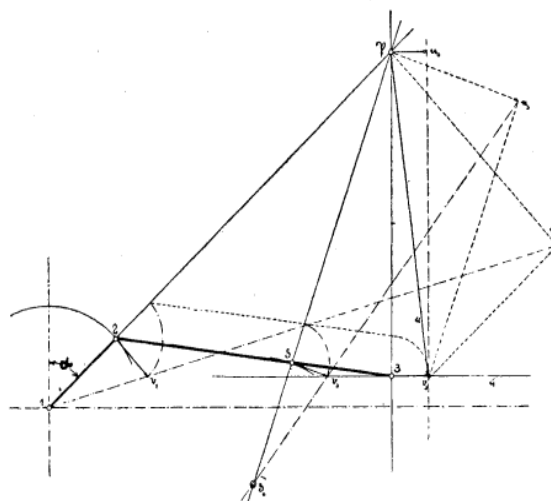


Fig. 8.

cette droite avec le rayon r_5 , le centre instantané 5_0 de la courbe parcourue par le point 5.

On sait que les extrémités des vitesses de tous les points d'une droite se trouvent toujours sur une droite. Cette proposition est employée pour la droite 1-3' qui passe par le point 1 et est parallèle à la bielle 2-3 (fig. 9). Dans la position moyenne, tous les points de la bielle 2-3 ont la même vitesse v ; le centre instantané se trouve à

l'infini. Le rayon du point 2 tourne autour du point 1, la vitesse est nulle. Le point 3' étant un point du rayon polaire du point 3, sa vitesse sera de $v'_3 = v_3 = w$. En reliant par une droite le centre de v'_3 avec le point 1, tous les centres des vitesses de la droite 1-3 se trouvent sur cette droite, de sorte que la vitesse du point 5' est égale à v'_3 .

D'après la proposition du professeur Hartmann, la droite passant par les extrémités

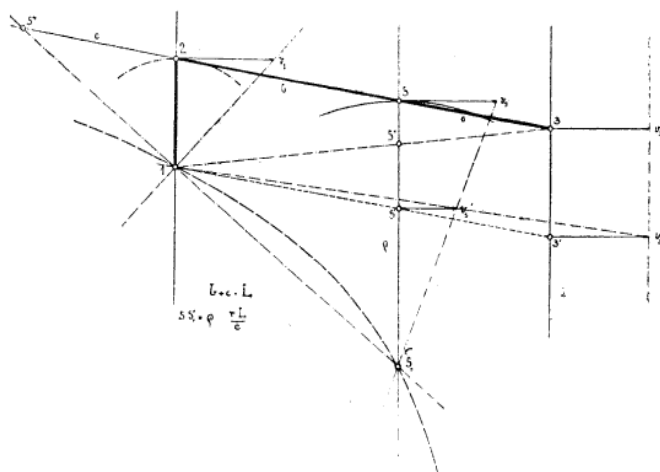


Fig. 9.

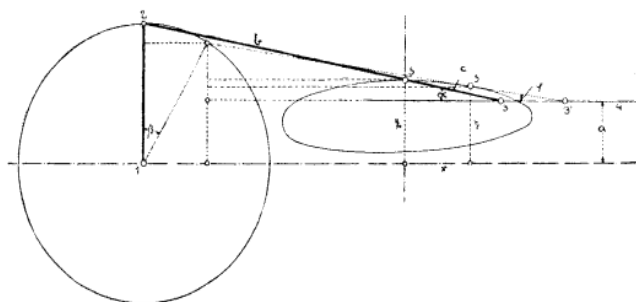


Fig. 10.

des vitesses v_s et v'_s , coupe le rayon du point s au centre instantané, s_0 de la courbe parcourue par le point s .

On peut maintenant, à l'aide de la figure 9, établir une formule permettant de calculer le rayon de courbure ρ . En effet, on a, d'après la figure 9, les relations suivantes :

$$\frac{v_{\pm}}{v'_{\pm}} = \frac{\rho}{\rho - r} \quad (1)$$

$$\frac{v - v'}{v} = \frac{c}{l} \quad (2)$$

et

asymétrie est caractérisée par le second terme de l'expression que nous venons de trouver pour x , c'est-à-dire par le terme :

$$\pm b \left[\sqrt{1 - \left(\frac{r \cos \beta - a}{l} \right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{r - a}{l} \right)^2} \right]$$

Le rayon de courbure est donné par la formule bien connue

$$\rho = \pm \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

Pour la position moyenne, on a $\beta = 0$, et

$$\rho = \frac{rl}{c}$$

En prenant β comme variable, nous aurons pour tous les points de la bielle 2-3, et en supposant que la manivelle 1-2 se trouve dans la position moyenne

$$\rho c - lr = \text{const.}$$

C'est-à-dire que les centres des rayons des courbures ρ , des courbes décrites par tous les points se trouvent sur une hyperbole équilatère dont les axes sont la bielle 2-3 et le rayon polaire du point 3 (voir fig. 9 et 11). En traçant la branche correspondante de l'hyperbole, il est facile de reconnaître (fig. 11) que la courbe décrite par l'outil devient convexe dès que le point 5 est placé au delà du point 3.

En prolongeant la bielle 2-3, au delà du point 2, de $5-3 = c$, et en le reliant à ce point 5 (voir fig. 9) avec le centre de courbure 5₀ par une droite, cette dernière coupe le rayon polaire du point 2 en 1, c'est-à-dire à une longueur égale au rayon de la manivelle r . En effet, nous aurons :

$$5_0 5 = \rho = \frac{rl}{c} \text{ (voir fig. 9).}$$

Au point de vue pratique, il est très utile, lorsqu'on veut utiliser ce guidage, de dresser un tableau des valeurs des rayons de courbure ρ dont on se sert le plus fréquemment à l'atelier, ainsi que des longueurs correspondantes des rayons r de la manivelle. A l'aide de ce tableau, l'ouvrier peut, sans autre difficulté, monter son mécanisme sur le tour et donner à la pièce la courbe voulue. Soit, par exemple, à tourner la jante d'une poulie bombée de 30 centimètres de largeur, dont le rayon de courbure de la partie bombée est 2^m,25.

Supposons que l'angle $\beta = 30^\circ$, et que la longueur de la bielle du mécanisme $l = 1^m,5$ et $c = 0^m,3$. Dans ce cas, nous aurons, pour le rayon de la manivelle :

$$r = \frac{2,25 \times 0,2}{1,5} \left(\text{d'après la formule } \rho = \frac{rl}{c} \right) = 0,3 \text{ m.}$$

La valeur correspondante à l'asymétrie

$$\pm b \left[\sqrt{1 - \left(\frac{r \cos \beta - a}{l} \right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{r - a}{l} \right)^2} \right]$$

est de 233 millimètres.

MÉCANISME N° VII (fig. 12) (1)

Ce guidage est aussi connu depuis fort longtemps, mais on ne l'emploie guère à présent parce que son montage sur des tours de construction moderne n'est pas tou

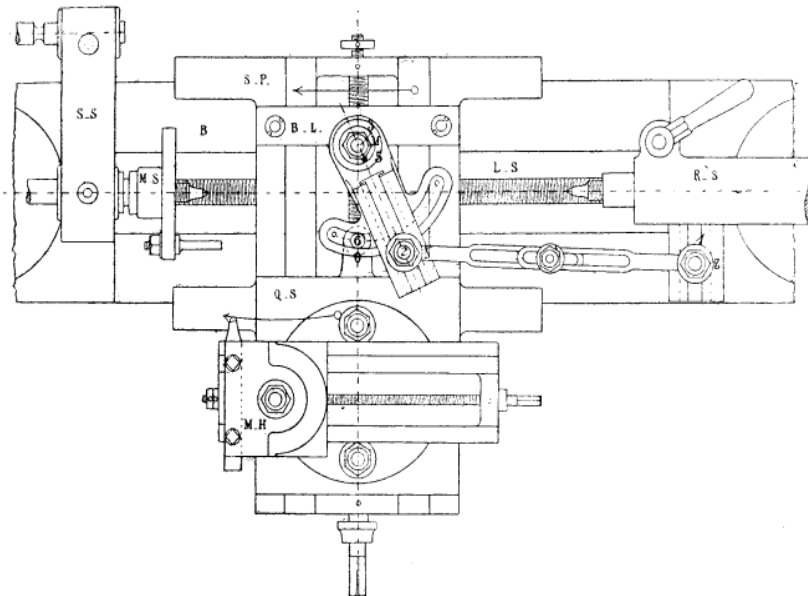


Fig. 12.

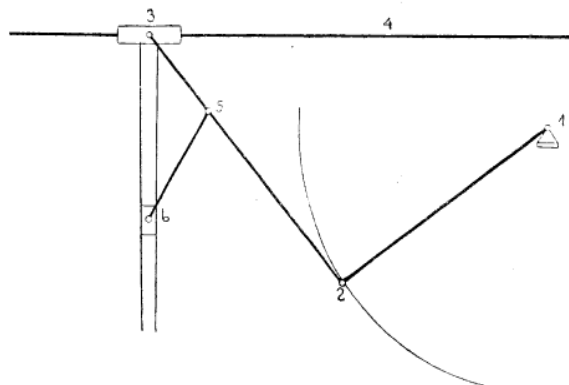


Fig. 13.

jours facile. Il a en outre le défaut d'encombrer le tour et de diminuer la hauteur des pointes. La maison Hessenmüller à Ludwigshafen-sur-Rh. construit des tours

(1) *Civ. Ing.*, vol. XVII, planche 21.

spéciaux où, tout en conservant le principe de ce guidage, ces inconvénients sont supprimés, parce que tout le mécanisme est placé en dehors du banc du tour, ce qui fait naître un autre inconvénient tout aussi important, car il faut alors plus de place pour circuler.

Ce dispositif n'a pour ainsi dire aucun avantage sur celui de Krause, décrit au n° VI; au contraire, il est plutôt plus compliqué et a encore le défaut, par suite des

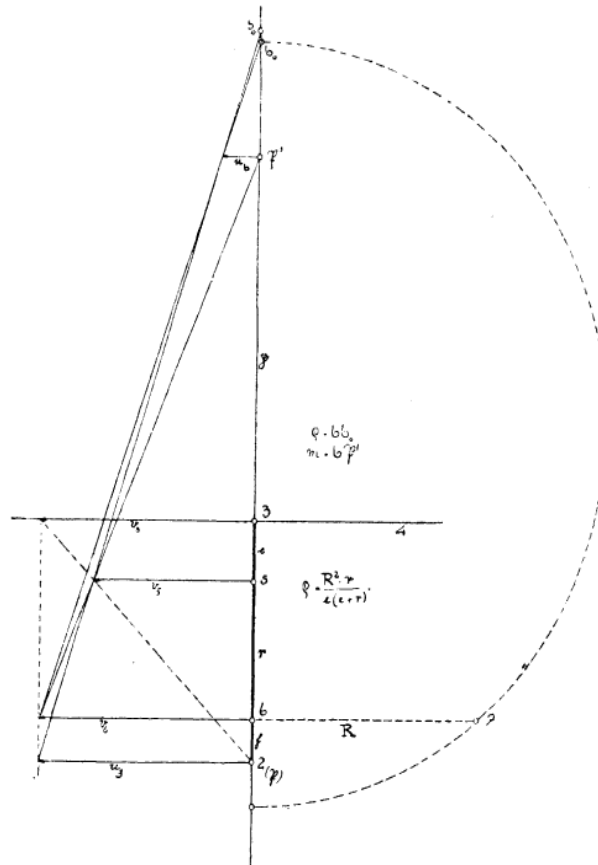


Fig. 14.

trottements de l'axe dans la rainure cintrée, de ne permettre d'enlever que des copeaux très minces. Le seul avantage qu'il possède sur celui de Krause est d'être loin, beaucoup plus sensible. En comparant ce mécanisme avec celui du n° VI, il est facile de s'apercevoir qu'il a le défaut même dont nous avons parlé en analysant ce guidage, c'est-à-dire que les courbes sont asymétriques. Ce n'est que dans le cas où le levier 1-2 (fig. 13) est infiniment long que les courbes sont symétriques. Le tour « spécial » pour poulies bombées de Hessenmüller permet, malgré cela, d'obtenir des courbes

complètement symétriques en installant deux mécanismes, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière du tour; chaque mécanisme est pourvu d'un outil, et ces deux outils, indépendants l'un de l'autre, travaillent en même temps.

Sur le chariot transversal QS (fig. 12) du tour, est fixé un axe O, qui peut se déplacer dans la coulisse du levier MN, mobile autour de l'axe M et portant une rainure rectiligne dans laquelle peut glisser l'axe 2 de l'une des extrémités de la bielle NZ. L'autre extrémité de cette bielle est fixée sur l'axe 1, porté par la poupée mobile. La position des axes 1 et 2 de la bielle est réglable. Le centre de la coulisse n'est pas en M, mais entre M et la coulisse ou au delà du point M. Enfin, la coulisse peut se transformer en une rainure rectiligne.

Par suite du mouvement de la vis, le plateau du support se déplace suivant une

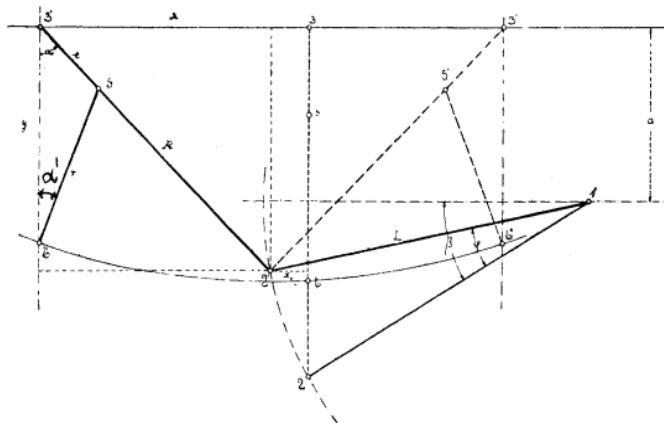


Fig. 15.

ligne droite et, parce que la longueur de la bielle NZ reste invariable, le levier MN reçoit un mouvement d'oscillation autour de l'axe M. Le chariot transversal, ainsi que l'outil, se déplace dans la direction de la pièce à travailler. La trajectoire décrite par la pointe de l'outil aura une très faible courbure; le déplacement du chariot transversal serait nul si le centre de la courbe de la coulisse était en M; la surface de la pièce à tourner serait alors complètement cylindrique.

Le schéma du guidage est présenté par la figure 13. La coulisse y est remplacée par une manivelle. L'appareil est composé du mécanisme 1-2 3-4; le point 5 de la bielle 2-3 est relié par une biellette au point 6, et ce dernier se déplace sur une perpendiculaire à la ligne 3-4.

Le professeur Hartig a aussi établi, pour ce mécanisme, une formule assez compliquée, qui permet de déterminer la longueur de la bielle 2-3. Mais, si dans ce mécanisme, on cherche à établir la relation qui existe entre le rayon de courbure de la courbe cherchée et la longueur variable de la bielle, on arrive à une formule très simple.

En effet, on trouve le rayon de courbure de la courbe décrite par le point 6 de la manière suivante :

Le pôle p autour duquel tourne la bielle 2-3 (voir fig. 14), coïncide avec le point 2. En communiquant au point 3 une vitesse v_3 , le pôle se déplace perpendiculairement au rayon normal $p-3$ avec la même vitesse u_3 . Le point 5 étant placé sur le rayon J sa vitesse sera de :

$$v_5 = (r + f) \times \lg d.$$

D'après la proposition de Hartmann, la droite reliant les points extrêmes des vitesses u_3 et v_3 coupe le rayon normal au centre 5_0 de la courbe décrite par le point 5.

La vitesse du point 6 est $v_6 = v_3$. La bielle 5-6 tourne momentanément autour du pôle R' , qui se trouve à l'intersection du rayon z avec la droite reliant les extrémités des vitesses v_5 et v_6 . Le rayon normal z tourne autour du point 5_0 , de sorte que la vitesse u_6 du pôle R' est normale à z . En reliant par une droite l'extrémité de u_6 à

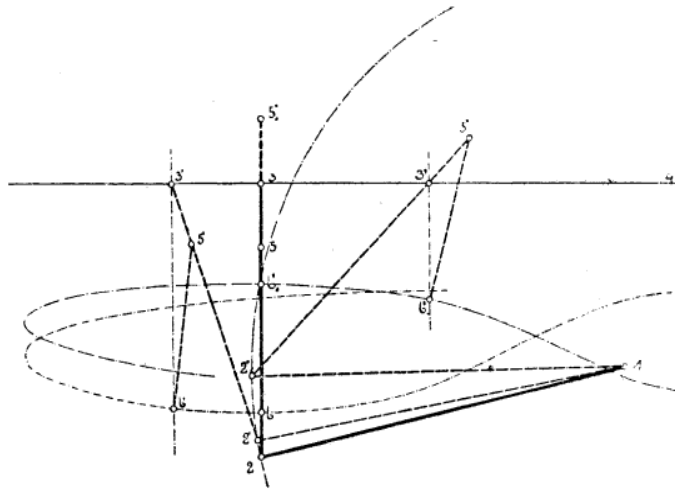


Fig. 16.

l'extrémité de v_6 , cette droite coupe le rayon J au centre instantané 6_0 de la courbe décrite par le point 6. Il est maintenant facile, à l'aide de la figure 14, d'établir une formule très simple permettant de calculer le rayon de courbure $\rho = 6 - 6_0$.

En adoptant l'angle $d = 45^\circ$ nous aurons :

$$v_3 = u_3 = v_6 = R, \text{ et } v_5 = r + f.$$

Des triangles semblables, on obtient les rapports suivants :

$$\frac{\rho}{m} = \frac{R}{R - u_6}; \quad \frac{m}{R} = \frac{r}{R - (r + f)}$$

$$R - (r + f) = e, \text{ d'où } m = R \times \frac{r}{e}$$

ou

$$\begin{aligned} R - u_6 &= \frac{e \left[\frac{Rr}{e} + f \right]}{r + f} \\ &= \frac{(e + r + f)r + fe}{r + f}. \end{aligned}$$

En opérant les transformations nécessaires, on obtient :

$$R - u_0 = e + r$$

par suite :

$$\rho = \frac{R^2 r}{e(e+r)}$$

On arrive au même résultat en procédant analytiquement.

D'après la figure 15 on a :

$$x = R \sin \alpha \pm x_0$$

$$y = e \cos \alpha + \sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \alpha}$$

d'où

$$x_0 = L \cos(\beta - \varphi) - L \cos \beta.$$

En introduisant la valeur de x_0 dans l'expression, on aura pour x :

$$x = R \sin \alpha \pm L [\cos(\beta - \varphi) - \cos \beta]$$

On a aussi :

$$L \sin(\beta - \varphi) = R \cos \alpha - a$$

et

$$\cos(\beta - \varphi) = \sqrt{1 - \left(\frac{R \cos \alpha - a}{L} \right)^2}$$

$$\sin \beta = \frac{R - a}{L}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{R - a}{L} \right)^2}$$

Par conséquent les coordonnées de la courbe seront :

$$x = R \sin \alpha \pm L \left[\sqrt{1 - \left(\frac{R \cos \alpha - a}{L} \right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{R - a}{L} \right)^2} \right]$$

$$y = e \cos \alpha + \sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \alpha}.$$

Il est facile de voir que la courbe en question n'est pas symétrique. Son asymétrie est caractérisée par le terme

$$\pm \left[\sqrt{1 - \left(\frac{R \cos \alpha - a}{L} \right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{R - a}{L} \right)^2} \right]$$

Il ne reste qu'à calculer $\frac{dy}{d\alpha}$ et $\frac{d^2y}{d\alpha^2}$ et à introduire ces valeurs dans l'équation générale du rayon de courbure

$$\rho = \pm \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{d\alpha} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{d\alpha^2}}$$

pour obtenir pour la position moyenne, où $\alpha = 0$, la valeur

$$\rho = \frac{R^2 r}{e(e+r)}$$

On peut aussi, pour ce cas spécial, calculer, à l'aide de cette formule, la valeur de R lorsqu'on connaît le rayon de courbure ρ . Il est tout aussi facile de calculer la valeur de R d'après la méthode graphique, fig. 14.

En effet, la valeur $e \frac{e+r}{r}$ est une constante du mécanisme. Dans la figure, on porte cette valeur, à partir du point 6, sur la droite, vers le bas, et celle de ρ , sur la même

droite, à partir du même point, mais vers le haut; on trace une demi-circonférence sur la partie de cette droite dont la longueur est égale à $\rho + e \frac{e+r}{r}$, on élève ensuite une verticale au point 6, et l'on prolonge cette verticale jusqu'à la rencontre de la circonférence. La partie de cette verticale comprise entre le point 6 et le point d'intersection de cette verticale avec la circonférence, représente la longueur R cherchée.

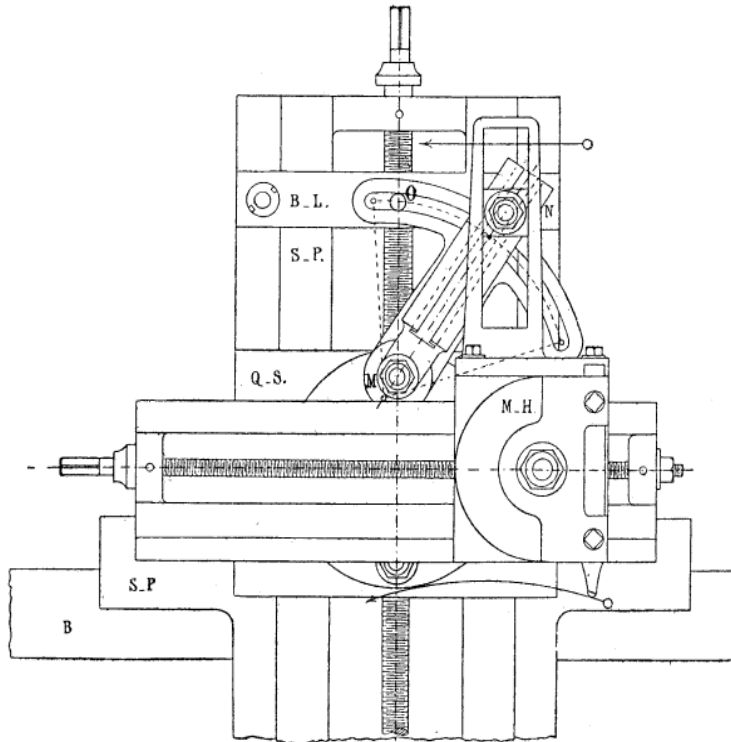


Fig. 17.

Mais il est plus pratique, pour l'atelier, de dresser à l'aide de la formule

$$\rho = \frac{R^2 r}{e(e+r)}$$

un tableau qui permette de monter le mécanisme lorsqu'on a besoin d'y avoir recours.

Lorsque le point 5 se trouve au delà du point 6, la valeur de e doit être prise avec le signe négatif et la formule pour ρ prend la forme :

$$\rho = \frac{R^2 r}{e(r-e)}$$

Dans ce cas, la courbe est cintrée dans la direction opposée à celle de la précédente (voir fig. 16).

Lorsque le rayon $r =$ l'excentricité e , la valeur de ρ , pour la position moyenne, est de :

$$\rho = \frac{R^2}{2r}.$$

Comme nous l'avons déjà dit, les courbes deviennent concentriques lorsque $L = \infty$. Dans ce cas spécial et lorsque $r = e$, la courbe est une ellipse;

En effet, pour $L = \infty$, $x_0 = 0$, et par conséquent :

$$x = R \sin \alpha$$

$$y = e \cos \alpha + \sqrt{r^2 - e^2 \sin^2 \alpha}.$$

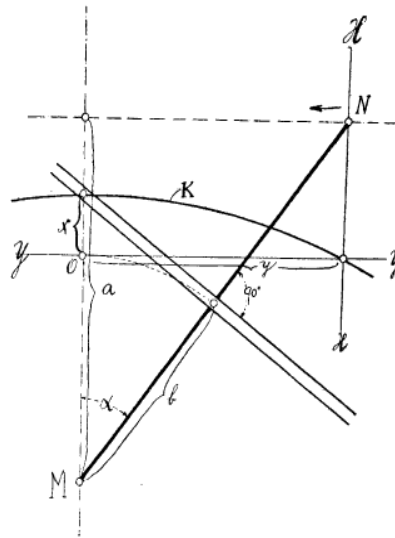


Fig. 18.

Si l'on pose en outre $r = e$, on a :

$$x = R \sin \alpha$$

$$y = r \cos \alpha + r \cos \alpha = 2r \cos \alpha.$$

En élevant au carré et en additionnant les valeurs de x et de y , il vient :

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{(2r)^2} = 1.$$

Cette dernière relation représente une ellipse dont le rayon de courbure, pour la position moyenne, est de :

$$\rho = \frac{R^2}{2r}.$$

Le cas présent n'a pas d'importance pratique pour ce mécanisme parce que, d'après la disposition de la figure 12, il est impossible de transformer le guidage du point N en guidage rectiligne. Cela serait peut-être encore possible avec la disposition de Hersenmüller.

L'angle d'inclinaison de l'outil dépend de l'angle au centre de la coulisse. En désignant par γ l'angle d'inclinaison de la position moyenne, pour une position quelconque du mécanisme, et par α' l'angle compris entre y et r (fig. 15) on aura la relation :

$$\gamma = \alpha + \alpha'$$

l'angle γ peut atteindre la valeur γ_0 , c'est-à-dire devenir égal à la moitié de l'angle de l'arc de la coulisse.

Soit, par exemple, à calculer les valeurs de R , γ et α' nécessaires pour tourner une poulie bombée dont le rayon de courbure est de $2^m,25$ et la largeur de la jante de $0^m,30$. Le mécanisme à employer a une excentricité de $e = 0^m,02$; $r = 0^m,16$ et l'angle de la coulisse $2\gamma_0 = 120^\circ$

D'après notre formule :

$$R = \sqrt{\frac{e(e+r)}{r}} = 0^m,225.$$

en supprimant, dans l'expression de x , le terme exprimant l'asymétrie, on aura :

$$x = R \sin \alpha, \text{ ou } \sin \alpha = \frac{x}{R}$$

d'après la figure 15, on a :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{r}{e}, \text{ ou } \sin \alpha' = \frac{e}{r} \sin \alpha.$$

La valeur maximum de x correspondant à une largeur de poulie de $0^m,30$ est de $0^m,15$, d'où

$$\sin \alpha = \frac{15}{22,5} = 0,6675$$

et

$$\begin{aligned} \alpha &= 41^\circ 50' \\ \sin \alpha' &= \frac{e}{r} \sin \alpha = \frac{2}{16} \times 0,6675 = 0,0834 \\ \alpha' &= 4^\circ 47'. \end{aligned}$$

Or,

$$\gamma = \alpha + \alpha' = 46^\circ 37'$$

c'est-à-dire est plus petit que $\gamma_0 = 60^\circ$, ce qui prouve que le mécanisme peut, sans aucun inconvénient, servir à tourner la poulie en question.

Un dispositif analogue à celui dont nous avons parlé peut servir à tourner des surfaces hyperboliques, il est présenté dans la figure 17.

L'axe N est fixé dans une coulisse rectiligne fixée sur le porte-outil. La partie inférieure de cet axe peut glisser librement dans la rainure rectiligne du levier M N. La coulisse cintrée du mécanisme indiquée dans la figure 17 doit être remplacée par une rainure droite perpendiculaire à la rainure radiale. La commande du mécanisme se fait à la main; le chariot longitudinal reste en repos tandis que le chariot supérieur se déplace.

Le schéma de ce mécanisme est représenté en figure 18.

Supposons que le point N se soit déplacé sur une longueur y jusqu'à la position moyenne du levier. En même temps, la bielle M N a tourné autour du point N et le point O s'est déplacé, suivant M O, d'une longueur x . Par suite de ce que nous venons de dire, la trajectoire réelle décrite par le point N sera représentée par une courbe K.

Les coordonnées du point O, dans le système des coordonnées perpendiculaires XX, YY, seront, par conséquent, x et y lorsque le levier M N aura tourné de l'angle α . D'après la figure 17, on aura les relations suivantes :

$$\sin \alpha = \frac{y}{\sqrt{y^2 + a^2}}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{b + x}$$

d'où :

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 = \frac{y^2}{y^2 + a^2} + \frac{b^2}{(b + x)^2}$$

ou

$$a^2 x^2 - b^2 y + 2a^2 b x = 0$$

$$a^2 (x^2 + 2bx + b^2) - b^2 y^2 = a^2 b^2$$

$$a^2 (x + b)^2 - b^2 y^2 = a^2 b^2.$$

Cette dernière équation représente une hyperbole.

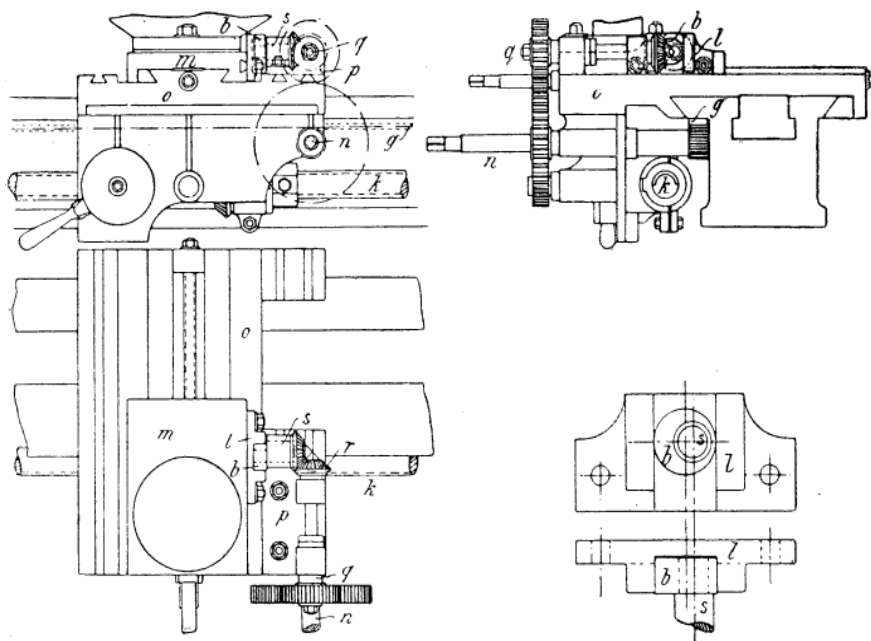


Fig. 19.

On voit que ce mécanisme permet de tourner des pièces hyperboliques. L'équation de l'hyperbole permet de déterminer les dimensions des pièces du mécanisme.

Il est à remarquer que le frottement de l'axe O dans la rainure droite est assez important, et la condition pour que, pendant le travail, il ne se produise aucun coincement lorsque l'axe se trouve aux extrémités de la rainure, est donnée par la relation

$$\operatorname{tg} (90 - \alpha) > \mu$$

ou, suivant les notations de la figure 18

$$\operatorname{tg}(90 - \alpha) = \frac{b}{\sqrt{(b+x)^2 - b^2}} > \mu$$

ou

$$x^2 + 2bx < \frac{b^2}{\mu^2}$$

$$x < -b \pm b \sqrt{1 + \frac{1}{\mu^2}}$$

$$x < b \left[\frac{1}{\mu} \sqrt{1 + \mu^2} - 1 \right]$$

en adoptant le coefficient de frottement $\mu = 0,5$, on aura

$$x < 1,24b$$

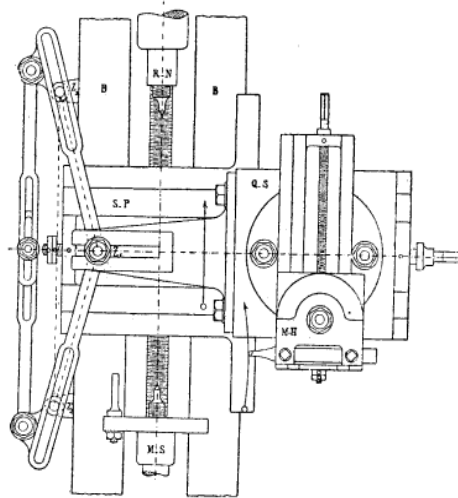


Fig. 20.

ce qui correspond à un angle d'inclinaison donné par la relation :

$$\cos \alpha = \frac{b}{b+x}, \text{ ou de } 63^\circ 35'.$$

MÉCANISME N° VIII (fig. 19)

Sur le chariot O est montée la plaque p; cette dernière porte l'arbre q, sur lequel est calé le pignon conique r et l'arbre s portant le second pignon, ainsi que l'excentrique b. Celui-ci est entre les guides de la plaque l, fixée sur le chariot. Les rapports entre les pignons des arbres q et n, ainsi que ceux engrenant avec la crémaillère du banc sont à régler suivant la flèche et la largeur de la pièce à tourner. Pendant la rotation de la vis K, le support se déplace longitudinalement et, pendant ce déplacement, la crémaillère fait tourner l'arbre n et avancer le chariot m, ainsi que l'outil.

Ce mécanisme a plusieurs avantages sur ceux des numéros VI et VII; il exige

lité de montage et de démontage de l'appareil et son peu d'encombrement ne sont certainement pas à dédaigner, mais ce mécanisme est le seul de ceux dont nous avons parlé qui permette de tourner facilement de très longues pièces et des bielles suivant une sphère.

Les autres mécanismes ont le défaut de faire décrire à l'outil des courbes asymétriques et, en outre, la longueur des pièces ne doit pas dépasser une certaine limite. Quant à l'encombrement, ainsi qu'à la facilité de montage sur des tours existant, ces mécanismes s'y prêtent tout aussi facilement que le précédent.

Le mécanisme n° IX, tout en présentant certains avantages, a l'inconvénient de produire dans les axes des frottements très importants et ne peut être utilisé que pour des pièces de faible largeur.

III. — Mécanismes permettant de travailler des pièces elliptiques.

Les tours pour travailler des pièces elliptiques basés sur le principe de Leonard da Vinci possèdent des défauts assez graves. La pièce à tourner doit exécuter un mou-

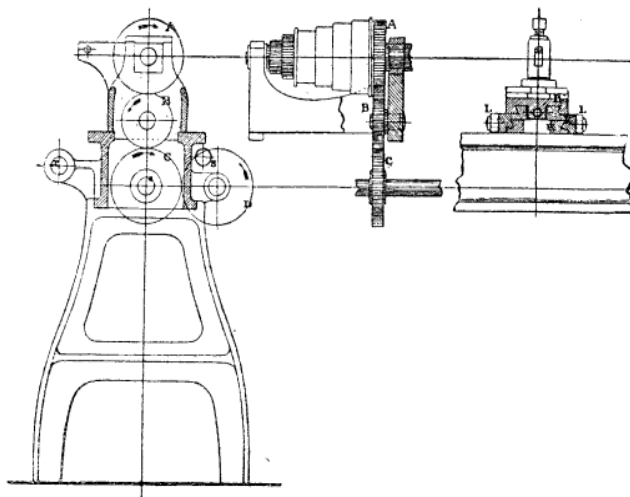


Fig. 22.

vement très compliqué et, par conséquent, ne peut être soutenue qu'imparfaitement par les centres. Malgré cela, et faute de mieux, ces tours sont très employés dans la pratique. On remarquera, sous ce rapport, dans le mécanisme n° X, un progrès très important : le tour permet de maintenir la pièce solidement par les centres et c'est l'outil qui se déplace.

MÉCANISME N° X

Le tour représenté par les figures 22, 23 et 24 permet de tourner des cylindres elliptiques; il peut être aussi employé, en installant convenablement le chariot, à tourner intérieurement des tubes elliptiques d'une certaine longueur.

Le mécanisme de cet outil est basé sur le théorème de Cardan : lorsque deux points d'une droite glissent constamment sur deux autres droites formant un angle quelconque, chaque point de la droite décrit une ellipse. Dans le mécanisme en question, l'angle formé par les deux droites est de 90° , le mouvement du mécanisme est modifié comme suit :

Pendant le mouvement de rotation du plateau, le point P est forcé de se déplacer sur une droite. Le chemin parcouru par le point P est égal à la différence des axes, grand et petit, de l'ellipse. Supposons maintenant en P un crayon, et sur le disque une feuille de papier, il est évident que, pendant le mouvement du disque, la pointe du crayon tracera une ellipse.

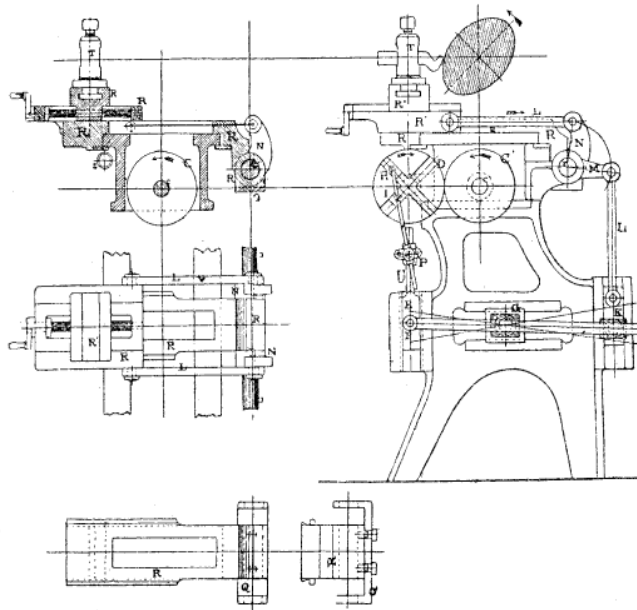


Fig. 23, 24 et 25.

Le mouvement de va-et-vient est effectué par l'outil, et ce dernier décrit une ellipse pendant le mouvement de rotation de la pièce. La position du levier HJT varie avec la forme de l'ellipse.

La roue dentée D transmet le mouvement à la roue A par le train d'engrenages BCC; le sens de rotation de la roue D est contraire à celui de A, mais les vitesses sont les mêmes. La roue D porte un disque muni de deux rainures perpendiculaires et dans lesquelles se déplacent deux coulisseaux. Ces derniers sont reliés à un levier articulé en P, sur la tige U d'une glissière E, à un levier FJ, pivoté en G. Pendant le mouvement de montée et de descente de E, K se déplace dans son guidage J et sa course se règle en déplaçant le point G.

En K, est articulée une bielle L, qui commande le levier M, calé sur l'arbre r, qui entraîne à rainure et languette les leviers coudés N. La pièce Q (fig. 25), fixée sur le

chriot transversal R, embrasse les leviers coudés et les force à suivre le mouvement du chariot.

Le chariot transversal R est muni des accessoires nécessaires pour avancer automatiquement ou à la main la vis 5. La position de s est indiquée dans la figure 23. Le chariot R' glisse sur R dans la direction longitudinale du banc. Il reçoit son mouvement par l'intermédiaire des leviers N et des tiges L. La partie supérieure R₂ est commandée par vis et manivelle et porte le porte-outil T.

La longueur PH doit être calculée de façon que le rapport de sa longueur à celle du grand axe de l'ellipse soit égal au rapport de JH au petit axe. On dispose le point de rotation de telle façon que le chemin parcouru par le chariot en K soit égal à la différence entre les axes de l'ellipse qu'on désire produire.

La pointe de l'outil doit se trouver exactement dans le plan horizontal passant par l'axe du corps tourné. En débrayant les roues D et B, le tour peut être employé à tourner des surfaces cylindriques.

MÉCANISME N° XI (fig. 26)

Ce dispositif permet de fraiser des surfaces elliptiques. Le principe est le même que

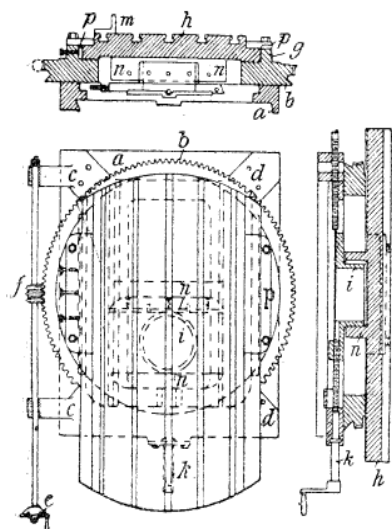


Fig. 26.

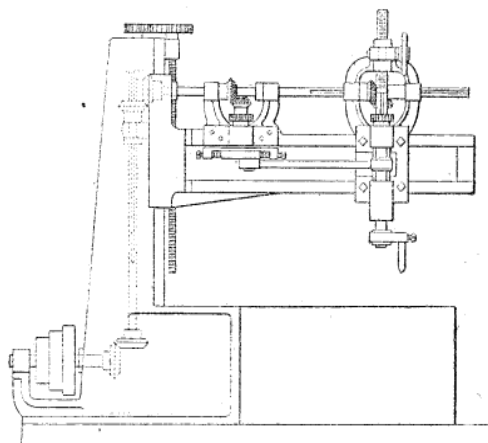


Fig. 27.

celui de Léonard de Vinci. Ce mécanisme se monte sur le chariot supérieur a d'une machine à fraiser horizontale ou verticale. La vis sans fin f commande un secteur denté fixé sur l'anneau du support b , guidé en c et d . Les guides c servent en même temps à supporter l'arbre de la vis f . L'axe mobile i , installé sur la table de l'outil, est guidé par deux traverses n , et commandé par la vis K .

(1) Zeitsch. für Werkzeugmaschinenbau, 1902, p. 286.

Le fonctionnement du mécanisme est le suivant : on place l'axe i à une distance du centre de l'anneau égale à la moitié de l'axe de l'ellipse. L'anneau est commandé par la vis et tourne lentement ; pendant ce mouvement il tend à se déplacer, mais les traverses e l'en empêchent.

Il existe, dans la pratique, de nombreuses machines-outils remplissant plus ou moins ce même but ; mais la plupart, comme nous allons le voir, ne remplissent pas mathématiquement les conditions nécessaires.

MÉCANISME N° XII (fig. 28) (1).

La machine représentée par la figure 27 est brevetée aux États-Unis, elle est destinée à percer des trous elliptiques.

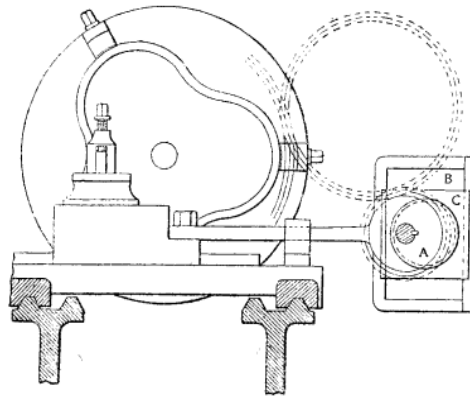


Fig. 28.

La vis servant à avancer le foret est fixée sur un chariot pouvant se déplacer horizontalement. Elle reçoit son mouvement de rotation par l'intermédiaire de deux roues coniques et, en même temps, un mouvement de va-et-vient par l'intermédiaire d'une bielle. L'une des extrémités de cette bielle est fixée sur un plateau-manivelle commandé par deux roues coniques tournant à la même vitesse que celles qui commandent la vis servant à faire avancer le foret. L'écartement de la pointe de l'outil à l'axe de la vis doit être égal à la moitié du petit axe de l'ellipse, et la course de la vis doit être égale à la différence du petit ou grand axe de l'ellipse.

Le défaut de cet appareil est que la pointe de l'outil ne décrit pas à proprement parler, une ellipse, mais un ovale. Certes ce défaut n'est pas toujours important dans tous cas mais le but n'est pas complètement atteint.

MÉCANISME N° XIII (fig. 28) (2)

Cet appareil est destiné à travailler des pièces elliptiques.

Un train d'engrenages placé entre l'arbre du plateau et celui de l'excentrique a

(1) *American Machinist*, 1900, p. 865.

(2) *American Machinist*, 1898, p. 415.

donne, par l'intermédiaire du dispositif CB, un mouvement de va-et-vient au porte-outil. L'outil décrit une courbe qui dépend essentiellement du rapport des engrenages (1). Si nous supposons, par exemple, que le rapport des engrenages soit 1 : 2, aucun point de l'outil ne décrira une ellipse, mais des courbes de 6^e degré (2). Ces

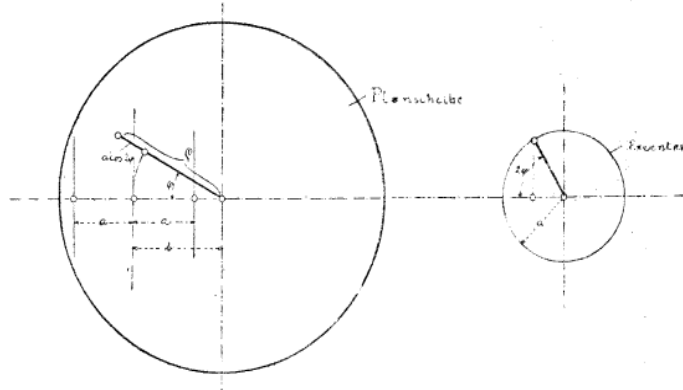


Fig. 29.

courbes ont à peu près la même allure que celles de Cassini. L'analyse de ces courbes démontre qu'elles sont symétriques et qu'elles possèdent trois inflexions dans chaque moitié de courbe. Ce mécanisme est par conséquent inutilisable pour usiner des pièces elliptiques.

LA SURCHAUFFE ET SES APPLICATIONS, d'après *M. R. Neilson* (3).

L'idée de surchauffer la vapeur est très ancienne; elle a été brevetée, dès 1768, par Huteley (brevet anglais 895 de 1768) et on en rencontre des applications dès 1835; mais c'est dans ces dernières années seulement que l'on a pu vaincre pratiquement les difficultés de construction que rencontre son application dans les machines à vapeur à hautes pressions. Il a fallu empêcher les tubes des surchauffeurs de se brûler, assurer

(1) 1 : 4; 1 : 2; 1 : 3, etc.

(2) On trouve l'équation de cette courbe comme il suit :

Désignons par b l'écartement de la pointe de l'outil du centre du plateau, et par a le rayon de l'excentrique et par conséquent l'écart de l'outil de part et d'autre de la position moyenne, on aura d'après la fig. 29 :

$$\begin{aligned} \rho &= b \pm a \cos 2\varphi \\ x &= \rho \cos \varphi \\ y &= \rho \sin \varphi \end{aligned}$$

d'où :

$$\begin{aligned} \sqrt{x^2 + y^2} &= \rho = b \pm a (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi) \\ &= b \pm a \frac{x^2 - y^2}{x^2 + y^2} \end{aligned}$$

et l'équation de la courbe sera :

$$(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}} = b(x^2 + y^2) \pm a(x^2 - y^2).$$

(3) *Engineering Magazine*, mars et avril 1905.

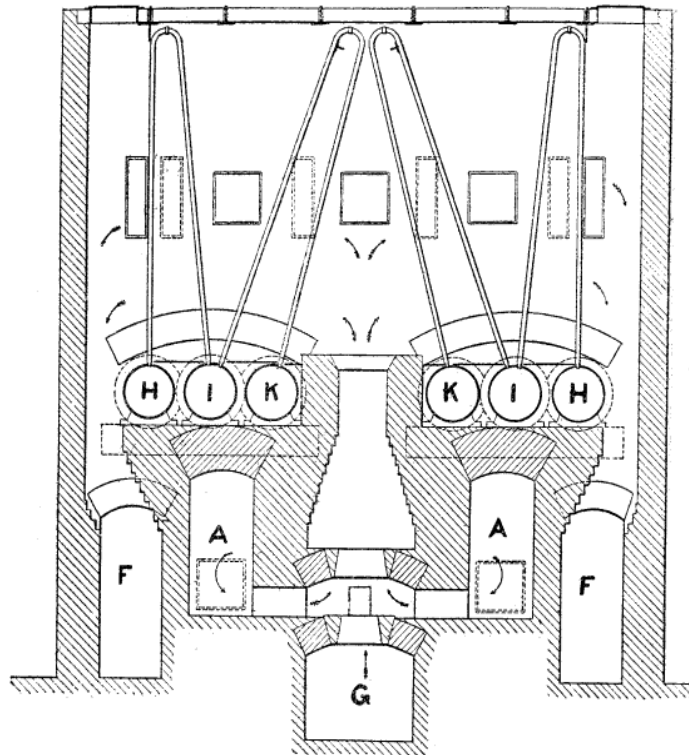


Fig. 1. — Surchauffeur Wilkinson chauffé au gaz.

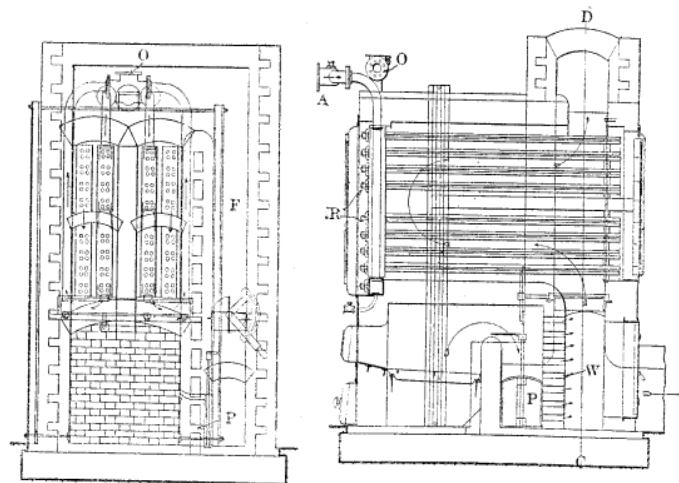


Fig. 2 et 3. — Chaudière Babcox Wilcox avec surchauffeur indépendant.

une température suffisamment uniforme de la surchauffe, assurer le graissage des cylindres et en empêcher les ruptures par les inégalités de leurs dilatations. Il est difficile, lorsque la puissance de la machine varie rapidement et sur une grande échelle, d'assurer une certaine uniformité de la surchauffe sans l'emploi de régulateurs automatiques permettant de proportionner le chauffage de la vapeur à son débit. Ces dispositifs automatiques pourraient être remplacés souvent par un grand réservoir accumulant la vapeur surchauffée et la distribuant aux moteurs, mais il coûterait cher

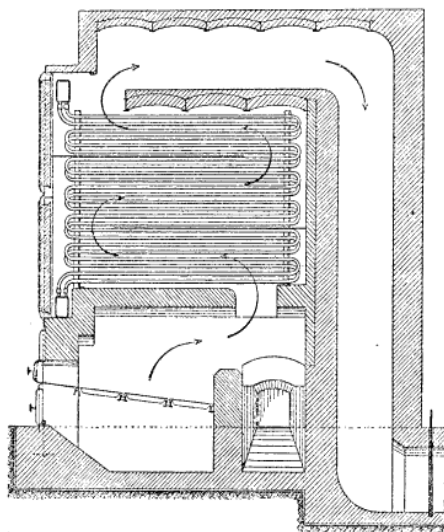


Fig. 4. — Surchauffeur indépendant Büttner.

et perdrait de la chaleur par rayonnement, de sorte que cette idée ne semble pas très pratique.

Les procédés de surchauffe peuvent se diviser en quatre classes.

Chauffage de la vapeur par un foyer indépendant de celui de la chaudière.

Parmi les surchauffeurs de cette classe, il faut citer celui de *Watkinson* (fig. 1), chauffé par les gaz d'un gazogène qui arrivent, par AA, se mêler à l'air de G ; les produits de leur combustion s'échappent par les carnaux FF, après avoir chauffé les tubes en U du surchauffeur, que la vapeur de la chaudière traverse suivant H I K. Ces tubes sont en faisceaux très rapprochés. Ce chauffage par un gazogène se règle facilement et permet d'éviter de brûler les tubes, même avec de grandes variations du débit de la vapeur (1).

Le surchauffeur de *Babcox-Wilcox* représenté par les figures 2 et 3 est chauffé par un foyer indépendant ; il se compose de deux séries de tubes en serpentín, que les gaz

(1) Sur le surchauffeur *Watkinson*, voir le *Bulletin* de juillet 1903, p. 118.

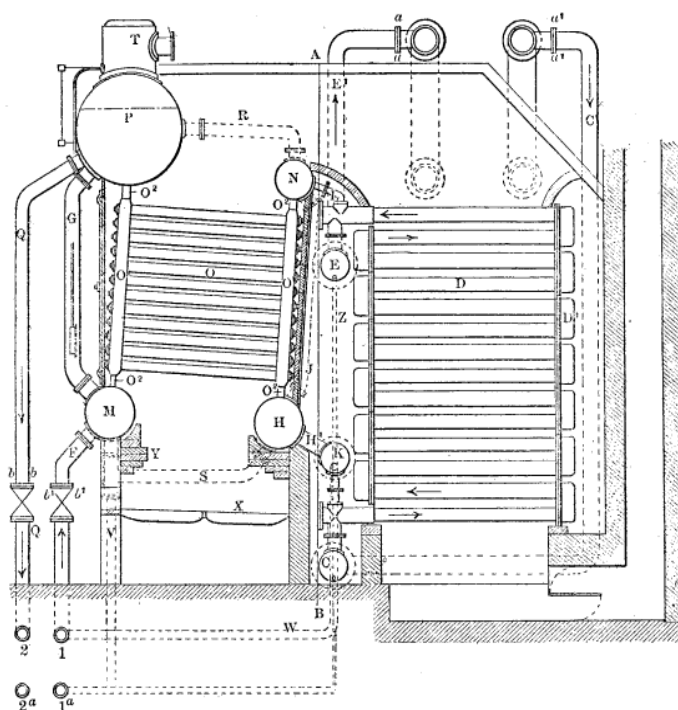


Fig. 5. — Surchauffeur Cruse avec réchauffeur d'alimentation. — C, collecteur de vapeur saturée communiquant avec le surchauffeur D, à collecteur E et prise E¹; F, alimentation; PT dôme du réchauffeur, relié par R, au collecteur d'eau N¹ du réchauffeur d'alimentation O, O¹, O², H en tubes de 100 millimètres, et, par Q, à l'alimentation de la chaudière, et recevant l'eau froide par FMG; V, purgeur; S, tube de circulation; W, eau froide pour régler la surchauffe; XY, foyer; Z, purgeur.

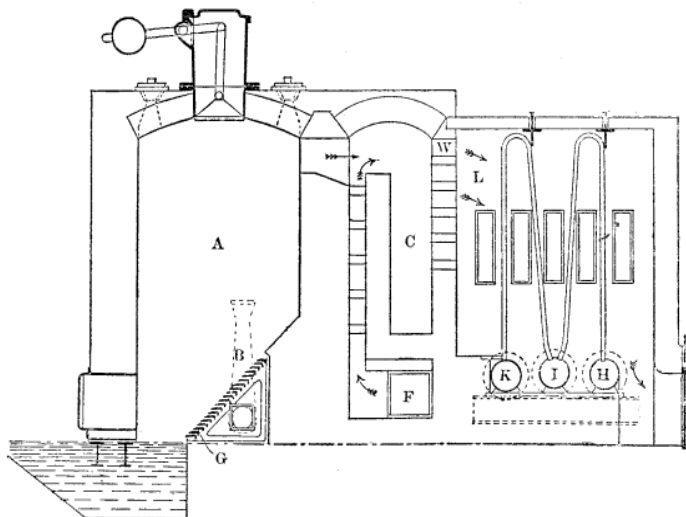


Fig. 6. — Surchauffeur Watkinson avec gazogène.

chauds traversent suivant les flèches; des autoclaves R permettent d'accéder facilement à ces tubes, que la vapeur traverse de A en O. Les gaz chauds peuvent se dévier directement sur le carneau F, par la dérivation P, et ils traversent, au sortir du foyer, une muraille réfractaire percée de trous W, qui sert d'accumulateur de chaleur.

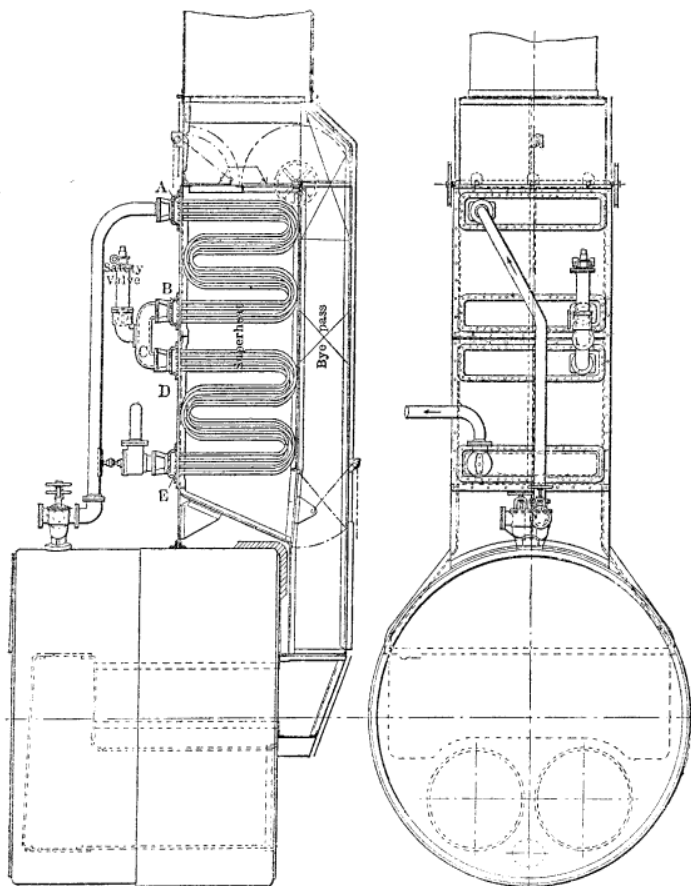


Fig. 7 et 8. — Surchauffeur du *Central Marine Engine Works*, Hartlepool.

Les tubes du surchauffeur des ateliers de *Buttner* sont (fig. 4) très longs et en serpentins; chacun de ces serpentins pouvant s'enlever facilement en le détachant de ses cadres.

Les gaz du foyer du surchauffeur *Cruse* (fig. 5) agissent d'abord sur le réchauffeur d'alimentation O, puis au surchauffeur D, à une température d'environ 760°, de manière à ne pas s'exposer à les brûler; cet appareil dessert la surchauffe et l'alimentation d'une batterie de chaudières.

La figure 6 représente un surchauffeur *Watkinson* avec son propre gazogène à grille G, soufflée en B, et dont les gaz rencontrent en C l'air de F, puis traversent la muraille W, pour se rendre dans la chambre L du surchauffeur K I H; le chauffage se règle, par la vapeur du souffleur B, très rapidement et facilement.

Les surchauffeurs indépendants peuvent s'adapter à n'importe quelle chaudière, notamment à celles dont la chaleur des gaz du foyer a été épuisée par la chaudière et son réchauffeur d'alimentation au point de ne plus suffire pour une surchauffe efficace. Ils peuvent s'arrêter sans nuire au rendement de la chaudière, et ne se mettre en train qu'en pleine marche du moteur, de manière à être certain de ne pas brûler les tubes du surchauffeur par défaut de vapeur dans ces tubes.

Chauffage par les gaz chauds en leur passage de la chaudière à la cheminée.

Ces surchauffeurs se divisent en deux sous-classes : dans la première (A), les gaz

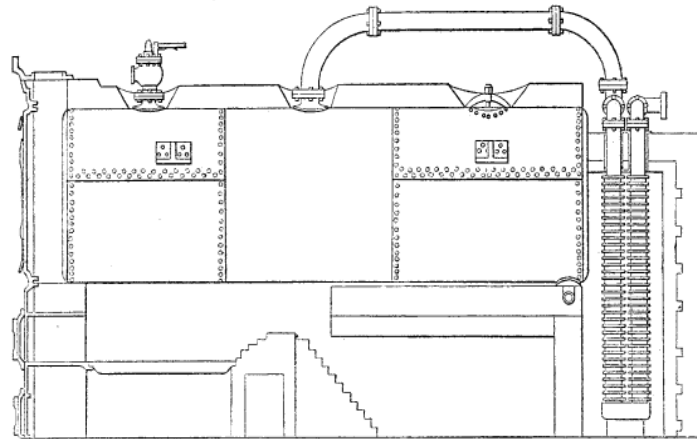


Fig. 9. — Surchauffeur *Foster* avec chaudière tubulaire à retour de flammes.

quittent la chaudière tous à la même température, puis passent au surchauffeur et à la cheminée dans la seconde (B), ces gaz se divisent partie au surchauffeur et à la cheminée, partie en retour sur la chaudière et à la cheminée.

Le surchauffeur *Mudd*, du type dit « central », construit par les « central marine engine works » de Hartlepool, et représenté par les figures 7 et 8, appartient à la sous-classe (A). Il est représenté appliqué à une chaudière marine et constitué par des tubes en serpentins logés dans la boîte à fumée, avec dérivation (*by pass*), permettant l'envoi des gaz directement dans la cheminée. La vapeur de la chaudière traverse le surchauffeur suivant A B C D E, en contre-courant avec celui des gaz chauds, ou en circulation rationnelle.

Le type de la même compagnie représenté par la figure 10 appartient, au contraire, à la sous-classe (B). Il se compose de deux séries de tubes verticaux ondulés, traversées successivement par la vapeur de la chaudière, suivant 2-3; la dérivation des gaz

du foyer qui passe autour de ces tubes s'en va dans la cheminée par 11, elle est

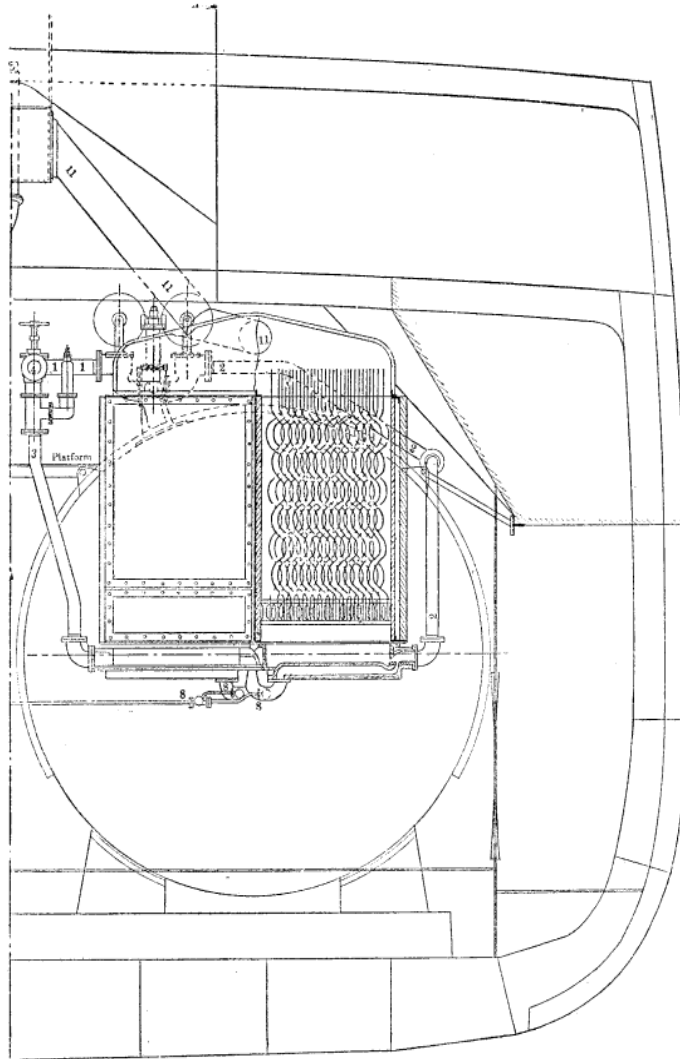


Fig. 10. — Surchauffeur Central à bord d'un navire : 1, arrivée de la vapeur des chaudières aux machines; 2, des chaudières au surchauffeur; 3, sortie des surchauffeurs; 4, tuyau de vapeur principal; 8, purgeurs des surchauffeurs; 11, cheminées des surchauffeurs.

envoyée au surchauffeur par un injecteur à air commandé par un ventilateur, et le volume de cet air règle la surchauffe (1).

(1) Sur le surchauffeur Mudd, voir *Revue de Mécanique*, février 1901, p. 200.

Cette méthode a, dans les deux cas (A) et (B), le désavantage de soumettre les surchauffeurs à l'action de gaz de températures et de débits très variables, de sorte qu'il est très difficile de maintenir constante la température de la surchauffe, surtout si le travail de la chaudière varie considérablement et souvent, bien que le débit de la vapeur au travers des tubes du surchauffeur suive en partie celui même des gaz qui le chauffent. On s'expose aussi à brûler les tubes du surchauffeur pendant les mises en train, alors qu'ils ne sont traversés par aucun courant de vapeur. On y remédie

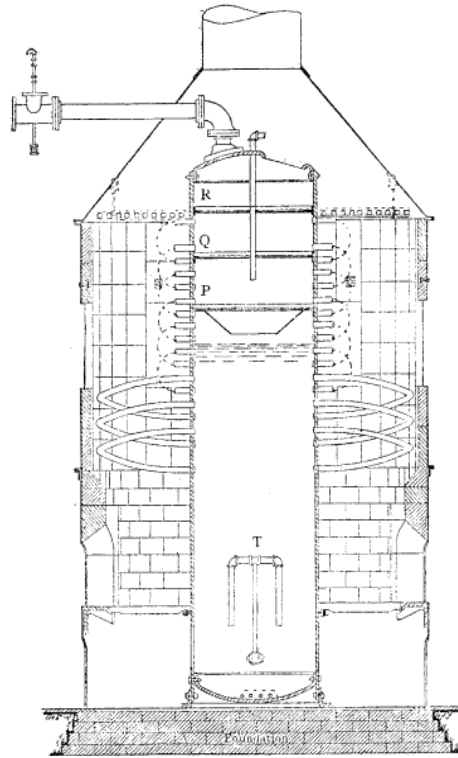


Fig. 11. — Chaudière Morin « Climax ».

souvent en les remplissant d'eau pendant ces mises en train, mais il est préférable d'en détourner les gaz pendant ces périodes, comme en figure 7.

Dans quelques chaudières à tubes d'eau, certains tubes sont disposés de manière à ne renfermer que de la vapeur, qui, ainsi, se surchauffe. Tel est le cas des chaudières *Climax* fréquemment employées aux États-Unis (1), dont le gros tube central est (fig. 11) rempli d'eau jusqu'aux deux tiers de sa hauteur. Les tubes d'eau sont dispo-

(1) *Bulletin* d'avril 1894, p. 177.

sés en spirale autour de ce tube central, dans lequel chacun d'eux débouche en deux orifices superposés; ceux du haut ne renferment que de la vapeur, et agissent comme

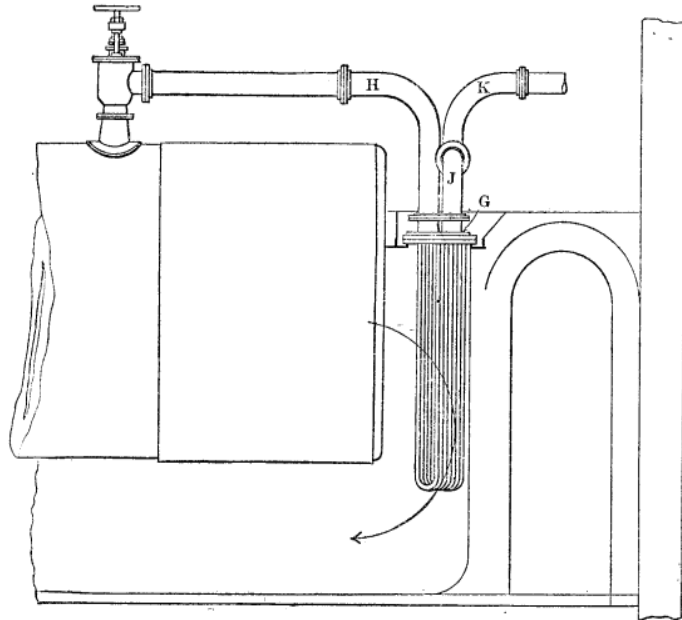


Fig. 12. — Surchauffeur *Galloway*.

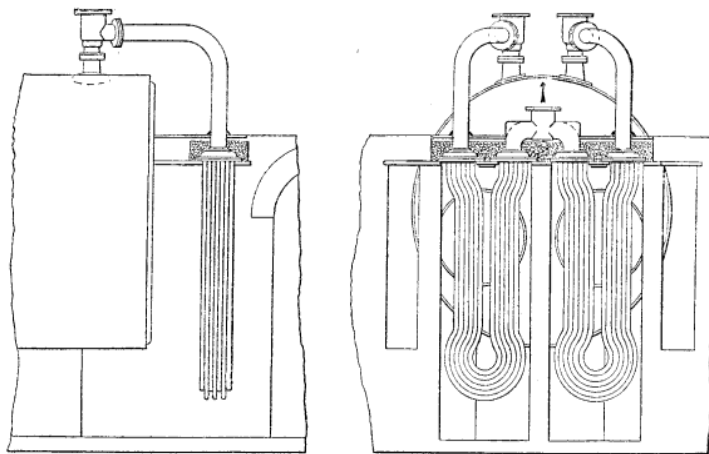
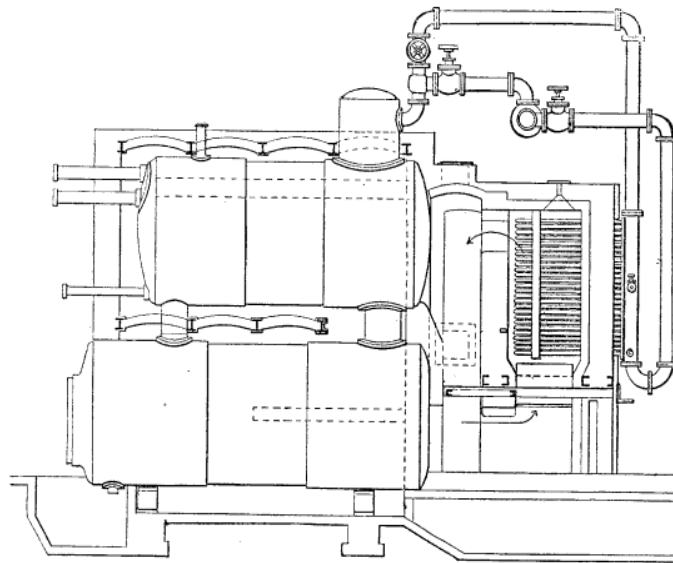
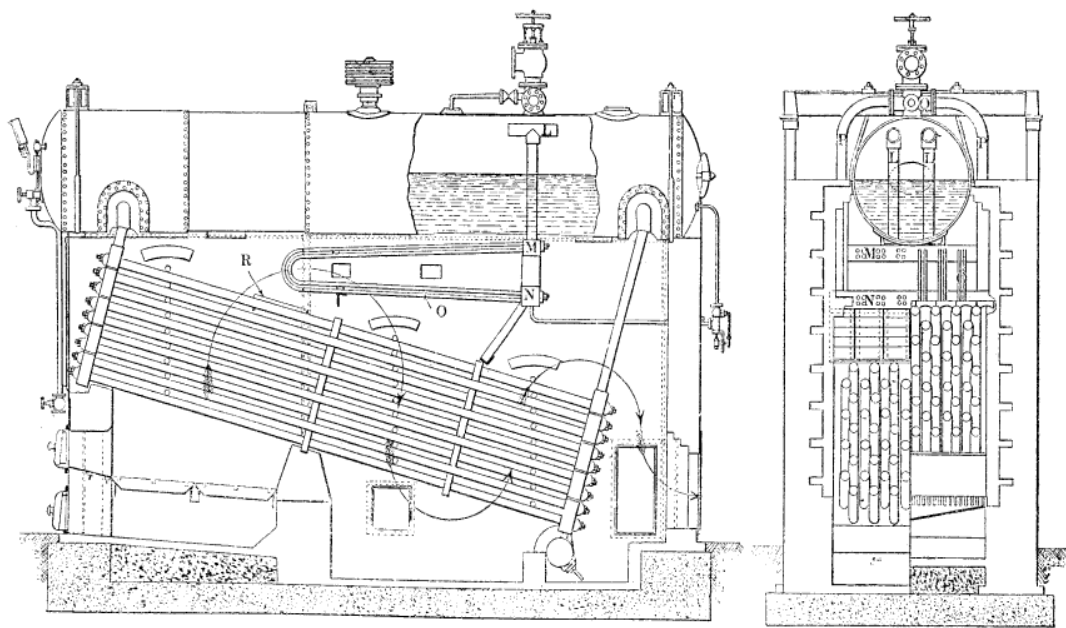


Fig. 13 et 14. — Surchauffeur *Tinkers*.

un surchauffeur. Le déflecteur conique P empêche les projections d'eau du tube central dans son dôme de vapeur, et le peu d'eau entraînée entre Q et R retombe en P,

Fig. 15. — Surchauffeur *Hering*.Fig. 16 et 17. — Surchauffeur *Babcox Wilcox*.

par les petits trous de la plaque Q ; la vapeur surchauffée passe à la tuyauterie des machines au travers du diagramme perforé R. Au sortir du surchauffeur, les gaz passent sur le serpentin réchauffeur d'eau d'alimentation disposé à plat au niveau de R. La puissance de vaporisation de la chaudière fig. 11 est de 1300 kilos environ par heure.

Chauffage par les gaz du foyer avant qu'ils n'aient cessé d'agir sur la chaudière.

Le type fig. 12 appartient à cette classe. Les gaz lui arrivent au sortir même du foyer, suivant la flèche, et la vapeur parcourt les tubes du surchauffeur suivant H G J K ; ces tubes sont en acier doux. Il en est de même du type analogue de *Tinkers* représenté par les figures 13 et 14.

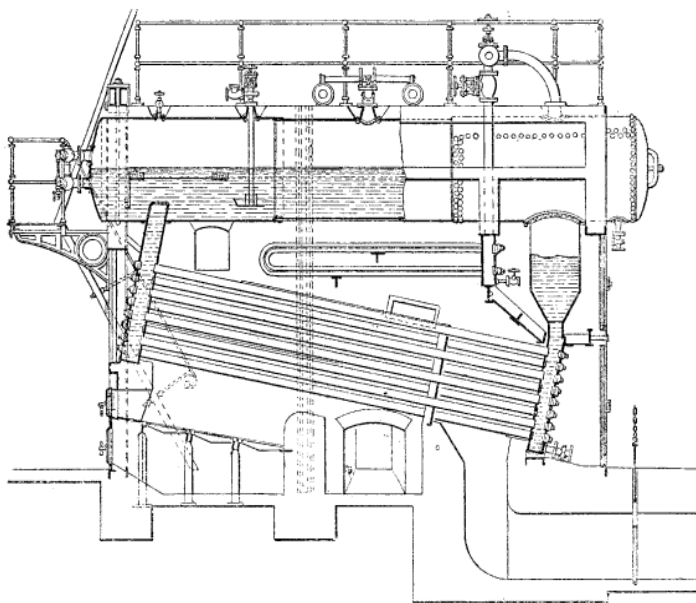


Fig. 18. — Surchauffeur Walther.

Dans le type de *Hering* (fig. 15), de Nuremberg, un registre permet de faire passer les gaz du foyer soit, comme sur la figure, au surchauffeur, soit directement au retour de flammes.

Le surchauffeur de *Babcox Wilcox* représenté par les figures 16 et 17 est constitué par des groupements de quatre tubes en U O, sertis dans des cadres M et N, et que la vapeur de la chaudière traverse suivant L M O N P. Dans certains types, la vapeur arrive dans la caisse M, non pas d'un tube intérieur L, mais par des tubes extérieurs sur le dôme de la chaudière. Dans le type analogue de *Walther*, constructeur à Kalk, les gaz du foyer arrivent (fig. 18) plus directement que dans le type précédent sur les tubes du surchauffeur, plus éloignés d'ailleurs du foyer. L'emploi des déflecteurs de Babcox

semble plus rationnel en ce qui concerne les variations de températures auxquelles sont soumis les tubes du surchauffeur.

Cette troisième méthode de surchauffage a les mêmes défauts que la deuxième, et

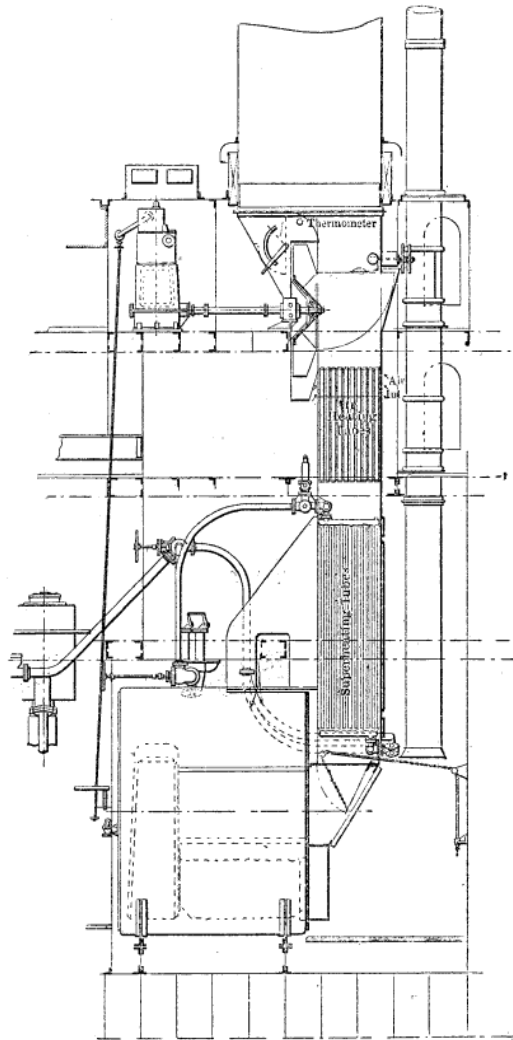


Fig. 19. — Surchauffeur *Central* de l'Enchdune.

elle est plus dangereuse que la méthode 2 (A) parce que les tubes y sont plus vivement chauffés.

La méthode de chauffage employée dans le surchauffeur *Central* représenté par la figure 19 est intermédiaire entre la deuxième et la troisième méthode. Les gaz n'arri-

vent au surchauffeur qu'après avoir entièrement quitté la chaudière; mais, au sortir du surchauffeur, ils s'emploient encore à réchauffer l'air qui alimente les foyers des chaudières. Pour chacune des chaudières, le surchauffeur est constitué par trois séries de tubes verticaux ondulés, logés dans la boîte à fumée, et que la vapeur traverse de haut en bas, en contre-courant des gaz, qui, au sortir du surchauffeur, traversent une série de tubes également verticaux, autour desquels passe l'air aspiré au foyer par un ventilateur, suivant le système d'Ellis et Eaves (1). A bord de l'*Inchmarlo*, ces tubes

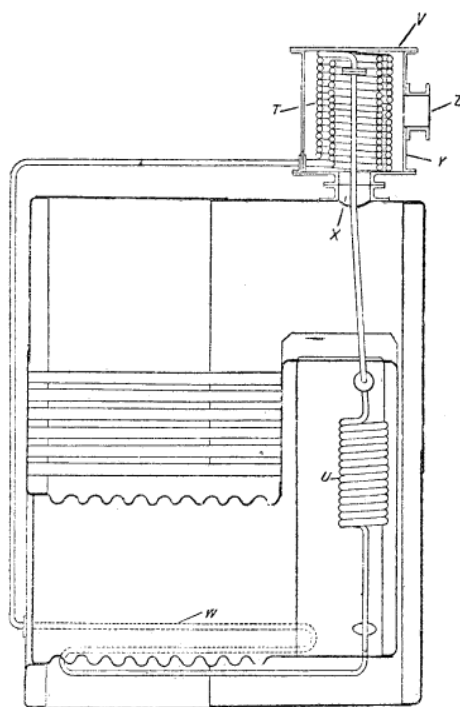


Fig. 20. — Surchauffeur *Watkinson* à liquide auxiliaire.

portaient la température de l'air à 150°, et le surchauffeur élevait la vapeur de 212 à 243°; elle arrivait aux machines à 230°.

Chauffage par un liquide intermédiaire qui cède sa chaleur au surchauffeur.

Dans le dispositif de ce genre proposé par *Watkinson*, les gaz du foyer chauffent (fig. 20) un liquide à point d'ébullition très élevé dans un serpentin U de la boîte à fumée; ce serpentin est relié au double serpentin surchauffeur T, d'où le liquide revient en U par le tube W, plongé dans l'eau du bas de la chaudière. La vapeur traverse le sur-

(1) *Bulletin* de mars 1895, p. 255.

Tome 107. — Mai 1905.

chauffeur suivant X V Z. On évite ainsi tout danger de brûler le surchauffeur, pourvu que la circulation du liquide soit assez active en U W.

Les tubes de surchauffeur *Cruse* représenté par les figures 21 et 22 sont en acier, de 130 à 230 millimètres, et sont traversés, sur toute leur longueur, par des tubes en U en cuivre, dans lesquels passe une circulation d'eau, provoquée par un éjecteur, de manière à empêcher un excès de surchauffe de la vapeur.

On peut aussi limiter cette surchauffe en injectant, dans la vapeur surchauffée allant au moteur, une certaine quantité de vapeur saturée de la chaudière, et la proportion de cette vapeur peut même, comme dans le dispositif de M. Ogden, être réglée par un

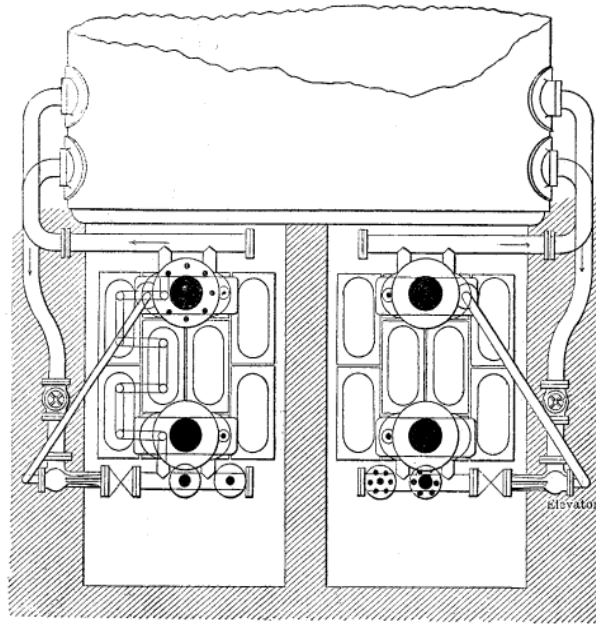


Fig. 21. — Surchauffeur *Cruse*, coupe horizontale.

thermostat de manière à maintenir la température de surchauffe sensiblement constante.

Les raisons de l'économie de vapeur que procure la surchauffe sont, dans les machines à pistons, celles bien connues de la diminution de la condensation sur les parois des cylindres, principalement à l'admission, et aussi la diminution des fuites aux distributeurs; dans les turbines à vapeur, la principale cause de cette économie est la diminution du frottement de la vapeur sur les roues. On peut retirer un grand avantage de la surchauffe, dans une compound, en surchauffant la vapeur par un réservoir intermédiaire entre l'échappement du petit cylindre et l'admission au grand, et ce avec une très faible surchauffe au petit cylindre, sans s'exposer à un excès de température à l'admission de ce cylindre, tandis qu'il faut une surchauffe bien plus élevée avec une machine simple pour que la surchauffe persiste jusque vers la fin de la course.

Avec les machines simples, le cylindre peut être enveloppé par de la vapeur surchauffée qui agit, comme le réchauffeur de la compound, en permettant l'emploi d'une température de surchauffe moins élevée, mais il ne faut employer cette surchauffe que si l'on ne peut pas employer une surchauffe initiale suffisante. Il ne faut, en tout cas, jamais mettre d'enveloppe au grand cylindre d'une compound. Avec les triples et quadruples

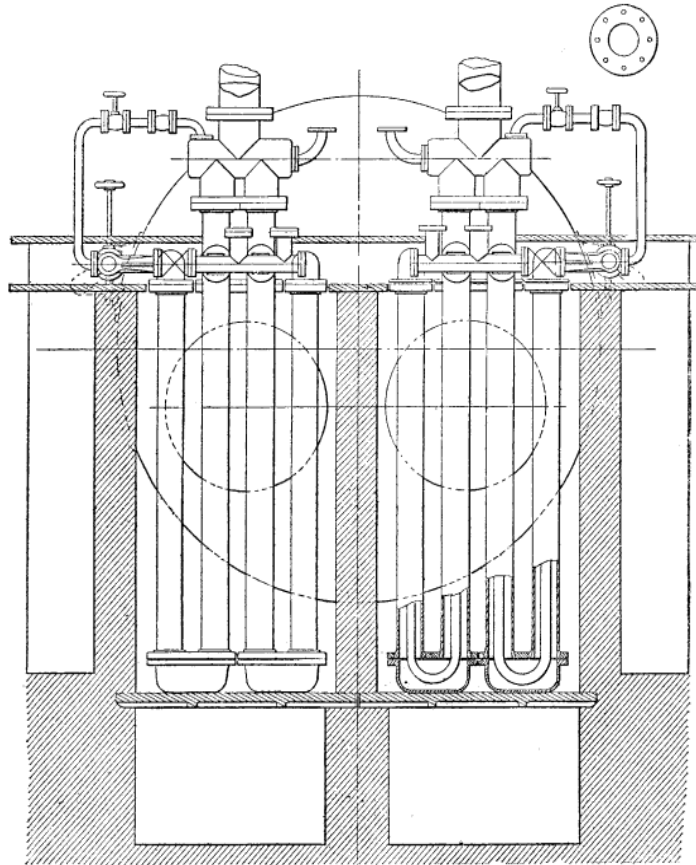


Fig. 22. — Surchauffeur Cruse.

expansions, on peut surchauffer la vapeur avant son passage à chacun des cylindres de détente, mais il vaut mieux se passer de réchauffeur au troisième cylindre des triples expansions et aux deux derniers des quadruples, en les remplaçant par une surchauffe plus intense au premier réchauffeur. Il est, d'autre part, peu probable que l'on construise jamais de machines à quadruple expansion pour l'emploi de la surchauffe.

Les figures 23 à 25 représentent un excellent type de machine compound à vapeur surchauffée et à réservoir intermédiaire, construite par *Easton et Anderson*. Les cylindres

ont 380 et 610×791 millimètres de course. La vapeur du surchauffeur passe dans le réchauffeur à 35 tubes de 20 millimètres de diamètre intérieur et 28 extérieur, de longueurs différentes; leur longueur moyenne est de $2^m,45$ droits et $4^m,30$ recourbés;

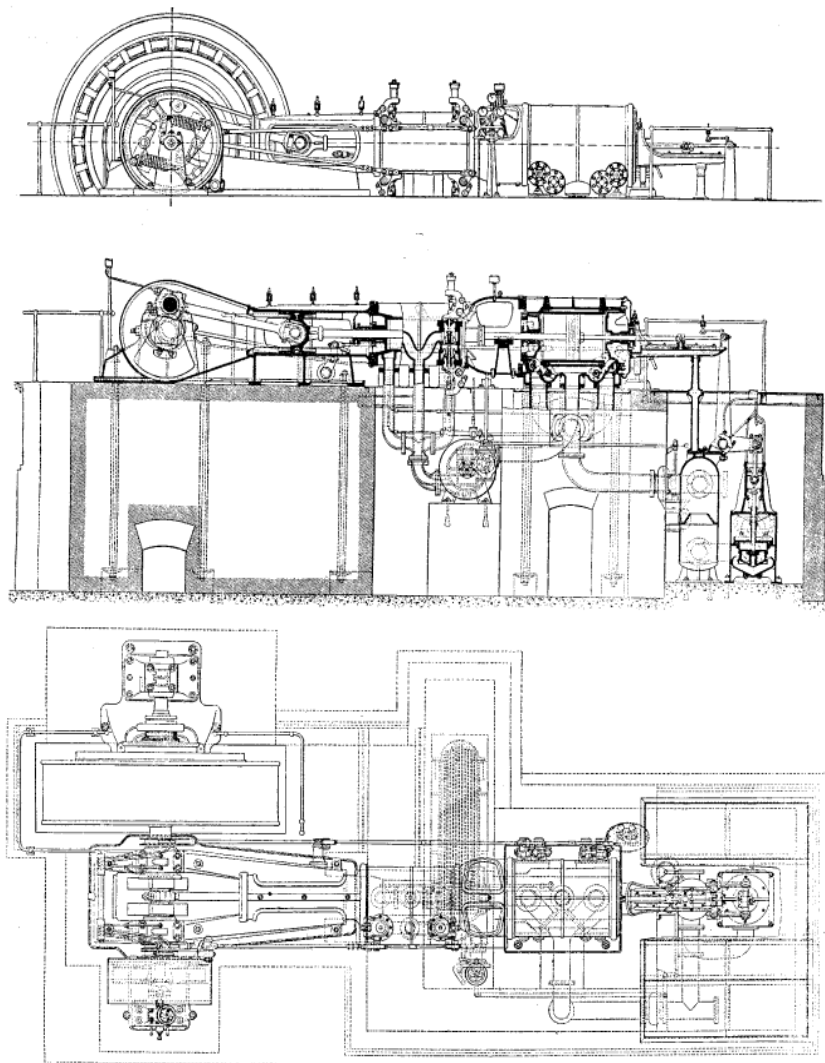


Fig. 23 à 25. — Machine à vapeur surchauffée *Schmidt*. Cylindres de 380 et 610×710 ; pression : 10 kil. ; vitesse : 140 tours, construite par Easton-Anderson à Londres.

longueur du réchauffeur $2^m,75$, diamètre 800 millimètres. La vapeur, après avoir traversé les tubes de ce réchauffeur, qui en abaisse considérablement la température, passe au petit cylindre, dont l'échappement passe autour des tubes du réchauffeur

muni d'un déflecteur qui la force à parcourir deux fois la longueur de ses tubes. Dans un essai de M. J. Ewing, cette machine, marchant à 140 tours, avec une pression d'admission de 9^k,8 correspondant à une température de saturation de 180°, une température de surchauffe de 430°, et de 320° à l'admission, a dépensé seulement 4^k,80 de vapeur par cheval indiqué, économie des plus remarquables. Le surchauffeur est du type bien connu de *Schmidt* (1).

La figure 26 donne la courbe des dépenses de vapeur de cette machine entre des puissances variant de 60 à 300 chevaux indiqués. Mais cette économie de vapeur n'entraîne

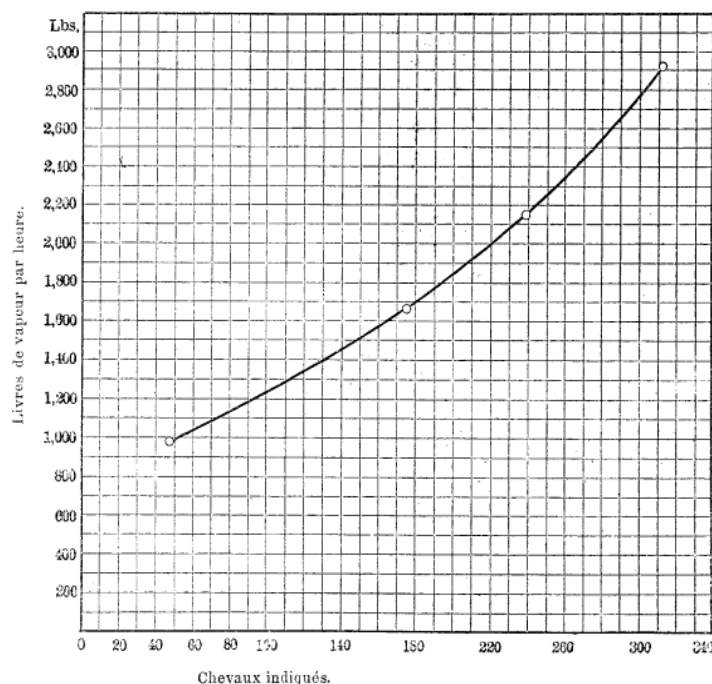


Fig. 26. — Dépense de vapeur d'une compound *Schmidt* de 300 chevaux à vapeur surchauffée.

une économie correspondante de combustible que si la surchauffe est faite par des chaleurs perdues, et inévitablement perdues sans leur emploi à cette surchauffe.

On peut se faire une idée approchée de l'économie de combustible en prenant, pour rapport des dépenses de charbon correspondant à l'emploi des vapeurs saturées et surchauffées, celui des chaleurs de ces vapeurs; mais ceci suppose que le rendement de la chaudière d'une part et celui de l'ensemble de la chaudière et du surchauffeur de l'autre sont les mêmes, ce qui n'est pas toujours vrai, car, dans un essai sur une chaudière du Lancashire, avec surchauffeur *Schmidt*, M. Ewing a trouvé 70 p. 100 pour le rendement de la chaudière et 63 p. 100 pour celui de la chaudière et du surchauffeur.

(1) *Bulletin* de mai 1896, p. 685 et février 1903, p. 298.

Mais si le surchauffeur est chauffé par des gaz qui, sans cela, passeraient directement à la cheminée, le rendement combiné du surchauffeur et de la chaudière est probablement supérieur à celui de la chaudière seule.

Un essai exécuté par M. Schroter, sur une machine horizontale compound de Van den Kerkove, à Gand, a donné les résultats suivants des plus remarquables.

	Puissance indiquée chev.	Durée de l'essai en minutes.	Vapeur par heure en kilogr.	Vapeur et cheval indiqué en kilogr.	Température de la vapeur à l'entrée.	Dépense équivalente de vapeur saturée par chev.-heure indiqué.	Économie p. 100 par la surchauffe sur la vapeur saturée.	Calories par chev.-heure indiqué.
Vapeur saturée.	312,47	60,46	1902	6,09	180,7	»	»	4029
	273,02	61,04	1960,8	5,72	180,4	»	»	3783
Puissance variable.	219,03	57,54	1497,7	5,47	180,3	»	»	3618
	167,65	54,96	885,5	5,28	178,7	»	»	3490
	166,77	50,34	526,6	5,37	178,9	»	»	3550
	21,50	53,23	431,9	6,43	»	»	»	4054
	314,22	48,15	1527,3	4,86	299,6	5,28	13,3	3493
Surchauffe.	268,84	59,69	1249,3	4,65	305,8	5,07	12,1	3355
Puissance variable.	220,24	50,82	12	4,46	306,4	4,87	11	3220
	167,65	64,66	728,2	4,34	304,3	4,73	10,4	3130
	119,36	54,96	515	4,31	304,6	4,70	12,5	3108
	222,86	73,70	1170,5	5,25	204,3	5,34	2,4	3534
Puissance constante.	223,90	58,05	1116,2	4,99	233,6	5,19	5,1	3430
	220,29	47,64	1065,6	4,84	263,4	5,14	6	3397
Surchauffe variable.	219,75	337,54	977,6	4,45	303,1	4,85	11,3	3206
	215,19	57,18	864,9	4,02	352,8	4,52	17,3	2992

En comparant les résultats obtenus avec et sans surchauffe, il ne faut pas oublier que, souvent, sans surchauffeur, on pourrait employer un réchauffeur d'alimentation qui utiliserait autant la chaleur des gaz perdus, tandis que ces gaz ne peuvent pas servir à cet effet au sortir du surchauffeur, et, si on le peut, cela prouve, tout simplement, que la chaudière a été mal étudiée pour marcher sans surchauffeur. D'autre part, une machine bien étudiée pour la marche en vapeur saturée l'est souvent mal pour l'emploi d'une surchauffe élevée, et réciproquement.

La durée des surchauffeurs est très variable suivant leur construction et leur conduite ; il n'y a pas de raison pour qu'un surchauffeur bien construit et mené ne dure pas autant qu'une chaudière à tubes d'eau ; il faut, en outre, tenir compte des frais d'établissement de ce surchauffeur, et ces frais et dépenses sont trop variables pour fournir les éléments d'une formule générale. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est qu'un surchauffeur permettant, avec une surchauffe d'environ 80°, de réduire, par exemple, de 15 p. 100 la dépense de charbon d'une machine de 1 000 chevaux serait très probablement économique au total, dans une installation bien étudiée et bien conduite. En somme, un surchauffeur bien étudié d'ensemble avec sa chaudière et son moteur est, en général, économique ; mais on ne peut pas encore dire d'avance quel sera, dans chaque cas, le degré de surchauffe le plus économique.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 14 avril 1905.

Présidence de M. H. HUET, vice-président.

M. le Président fait part du décès de *M. Forestier*, inspecteur général des ponts et chaussées, dont chacun se rappelle la très intéressante conférence qu'il nous a faite tout récemment, le 24 février dernier, sur cette question des *automobiles*, à laquelle il a si brillamment consacré les dernières années de sa belle carrière. La mort a aussi frappé d'une manière tout aussi brutale et imprévue *M. le colonel Renard*, créateur du parc aérostatique de Meudon, et dont les travaux sur les ballons dirigeables sont célèbres dans le monde entier; ces travaux, et bien d'autres tels que l'invention de son train automobile, nous ont été fréquemment exposés par son frère et collaborateur *M. le commandant Renard*, *M. le président* exprime, de tout cœur, aux familles de *MM. Forestier* et *Renard*, l'expression des plus vives sympathies de la Société d'Encouragement.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. Chandèze, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, remercie la Société d'Encouragement pour la subvention de 3 000 francs accordée par elle pour l'entretien du *Musée de la prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle*, installé au Conservatoire.

M. Maurice Méland, architecte, 4, rue de Calais, présente un alimentateur de liquide pour *chaudières à basse pression*. (Arts mécaniques.)

MM. Grille et *Vinsonneau* déposent un pli cacheté relatif à un *surchauffeur à volant calorifique en fonte spéciale réfractaire à cuirasse durcie*, de leur invention.

M. J. Guillet, 131, rue du Temple, présente un dispositif pour l'arrêt des chevaux emballés. (Agriculture.)

M. Bernel Bourette, 36, rue de Poitou, présente un appareil dit « pagoscope » destiné à prévoir la gelée. (Agriculture.)

M. Bloch, de Strasbourg, présente un appareil dit *melioscope* destiné à faciliter l'exécution des dessins industriels. (Beaux-Arts.)

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale les quelques nouveautés suivantes, de la dernière quinzaine :

MESSIEURS,

Je vous ai, dans notre séance du 27 janvier, dit quelques mots de la lampe à incandescence à filament de tantale de la maison Siemens et Halske. A cette date, cette lampe n'était pas encore venue en France, de sorte que je n'ai pas pu vous la montrer ; je suis heureux de pouvoir vous la faire voir aujourd'hui, grâce à l'obligeance de **MM. Rousselle et Tournaire**, 52, rue de Dunkerque, concessionnaires de cette lampe pour la France. Vous savez que les caractéristiques principales de cette lampe sont sa faible dépense, d'environ 1 watt, 5 par bougie Hefner, et sa grande durée, qui peut atteindre quinze cents heures, avec une intensité lumineuse ne baissant d'environ 20 p. 100 qu'au bout de cinq cents heures. Vous voyez que sa lumière, plus blanche que celle des lampes au carbone ses voisines, est d'un très bel effet. Le prix de cette lampe est actuellement de 6 francs, ce qui ne l'empêche pas d'être économique en raison de sa durée et de ce qu'elle dépense, à lumière égale, environ deux fois moins d'électricité que les lampes au carbone.

Je vous ai déjà signalé la tendance, manifestée par plusieurs ingénieurs de chemins de fer, à étudier de nouveau l'application, aux chaudières des locomotives, des types à tubes d'eau, susceptibles d'une vaporisation très intense et capables de supporter des pressions pratiquement illimitées. C'est revenir à une idée très ancienne, car, dès l'origine des chemins de fer, en 1833, Field breveta une chaudière locomotive toute en tubes d'eau ; puis vinrent, en 1836, le type de Perkins, pour vapeur surchauffée à 14 kilos, les essais de Dimpfell sur le *Baltimore-Wiltmore*, avec une chaudière dont les tubes à fumée étaient simplement remplacés par des tubes à eau et, en 1881, ceux de Stevens et Parsons, avec une remarquable chaudière à tubes Field (1). Dans l'époque moderne, on ne voit guère que des essais d'introduction partielle de ces tubes d'eau principalement aux foyers des locomotives, comme, notamment, dans les types de Drummond, de Fox, de Smith, de Strong (2) et de Brotan (3).

La chaudière de *M. Jacques Robert*, en fonctionnement depuis février 1904 sur le réseau algérien du P.-L.-M., n'a, au contraire, que des tubes d'eau, et mérite une

(1) G. Richard, *la Chaudière locomotive*, p. 193.

(2) *Revue de mécanique*, juillet et décembre 1901, p. 31 et 705, août 1902, p. 185, février 1902, p. 174 et octobre 1900, p. 504.

(3) *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 393.

attention toute particulière tant par son originalité que par les résultats de ses essais en service courant. La chaudière se compose, comme vous le voyez par cette projection, de deux tambours ou corps cylindriques superposés; l'un, celui du haut, de 1 mètre de diamètre sur 5^m,77 de long, et l'autre, celui du bas, de 670 millimètres de diamètre, raccordé au précédent par trois gros cuissards et par des faisceaux de tubes à eau recourbés; le dôme du haut est, en outre, relié aux tubes d'eau qui constituent toute l'enveloppe du foyer. Ces tubes ont, en très grande majorité, 65 millimètres de diamètre; quelques tubes de 46 millimètres seulement servent à achever les cloisonnages. Cette chaudière a été installée sur une locomotive à marchandises à six roues accouplées, type dit du Bourbonnais, pour remplacer des chaudières ordinaires de puissance sensiblement équivalente, avec même surface de grille (1^{m²},90), même surface de chauffe totale (119^{m²} environ), mais une surface de foyer bien plus grande (15^{m²},4 au lieu de 9^{m²},80), une capacité de chaudière de 8^{m³},5, au lieu de 6^{m³}, avec 7^{m³},05 d'eau au lieu de 4^{m³},7, de sorte que la chaudière à tubes d'eau se trouve avoir, contrairement à ce qui caractérise ordinairement ce type, une masse d'eau très supérieure à celle de la chaudière ordinaire. Le poids de la chaudière à vide est de 13^t,5 au lieu de 15 pour la chaudière ordinaire, mais, pleines d'eau, ces poids respectifs s'égalisent à respectivement 19^t,35, et 18^t,50. Le timbre est le même : 12^{kl},5; le prix est de 21 500 francs au lieu de 25 500 pour le type ordinaire.

On ne se proposait pas, en effet, dans cette chaudière, d'augmenter notablement la puissance de vaporisation, ni celle de la locomotive, mais d'éviter les difficultés d'entretien provenant principalement des ruptures d'entretoises et des fuites aux tubes dans leurs plaques, dues probablement, en partie, à la mauvaise qualité des eaux.

L'emploi de cette chaudière à tubes d'eau a néanmoins fourni quelques données d'observation intéressantes. Tout d'abord, la nécessité d'employer, comme métal des tubes d'eau, non du cuivre, dont la résistance baisse très vite à partir de certaines températures accidentellement atteintes, mais de l'acier, qui a pu supporter jusqu'à des parcours de 60 000 kilomètres sans détérioration, puis la nécessité de maintenir ces tubes très propres à l'extérieur et à l'intérieur. Le nettoyage à l'extérieur se fait par des jets de vapeur qui balayent ces tubes et en envoient la suie dans la boîte à fumée. Le nettoyage intérieur se fait en les battant de manière à en détacher les dépôts adhérents. Des autoclaves permettent, d'autre part, de retirer facilement les boues qui s'accumulent dans les corps cylindriques, notamment dans celui du bas.

Quant aux avantages de ce type de chaudières, le principal est de permettre de remorquer des trains de 25 p. 100 plus lourds qu'avec les chaudières de l'ancien type, de chauffe équivalente, et il convient de citer, à côté de cet avantage principal, les suivants, tels que les signale M. Saussol, dans la note qu'il vient de consacrer à cette chaudière dans la *Revue générale des chemins de fer* d'avril 1905.

« Il n'est pas possible de prévoir quelle sera la durée, du foyer et de la partie du faisceau tubulaire voisine, mais il est certain maintenant que l'entretien du nouveau générateur occasionnera des réparations moins longues et des dépenses bien moindres, puisqu'il n'y aura plus à craindre les ruptures d'entretoises et les avaries aux plaques tubulaires, si gênantes et dispendieuses avec les chaudières ordinaires, et que le remplacement des tubes du foyer occasionnera une dépense de 1 600 à 1 800 francs au plus. Il est certain aussi que les machines munies de la nouvelle chaudière seront plus

faciles à conduire et moins sujettes à avaries : on pourra sans inconvénient pousser à volonté le feu à la montée des rampes et le laisser tomber brusquement ensuite ; on n'aura plus à craindre les fuites aux entretoises et aux tubes, qui empêchent de le faire avec les autres machines. D'autre part, il sera aisé d'en enlever les dépôts aussi complètement qu'on le voudra en faisant passer un homme à l'intérieur des coffres pour les piquer, et en détartrant les tubes. En réalité, avec les chaudières ordinaires, le détartrage un peu efficace du foyer ne peut se faire qu'au moment où le remplacement des entretoises est devenu nécessaire, lorsque, après les avoir enlevées, on procède au redressage à coups de marteau de ses faces (l'opération fait tomber le tartre adhérent par plaques) ; celui du corps cylindrique et des tubes exige le démontage de la tubulure. Enfin, on n'aura à prendre, à la descente de service des machines munies de tubes à eau, aucune des précautions en usage avec les autres pour en assurer le refroidissement lent et progressif : en six à sept heures, on peut abaisser suffisamment la température de la chaudière en faisant tomber brusquement sa pression, en la vidangeant aussitôt et en la remplissant d'eau froide, au besoin renouvelée, pour pouvoir ensuite y faire passer l'ouvrier chargé du détartrage et du lavage. »

L'essai de M. Robert semble donc avoir pleinement réalisé son programme, et sera, sans doute, le point de départ d'autres tentatives dans cette voie ; il méritait donc, à tous égards, de vous être signalé.

Dans notre séance du 9 décembre dernier, j'ai attiré votre attention sur l'emploi de plus en plus fréquent des wagons à gros tonnage de 40 et 50 tonnes, principalement pour les trains de charbons et de minerai, et je vous ai dit que nos chemins de fer ne tarderaient pas à suivre ce progrès, des plus remarquables. Je suis heureux de pouvoir vous confirmer aujourd'hui cette affirmation en attirant tout particulièrement votre attention sur des wagons de ce genre récemment adoptés par les mines de Carmaux et par le chemin de fer du Midi que je vais projeter sous vos yeux.

Le premier de ces wagons, celui des mines de Carmaux, est destiné au transport des charbons ; c'est un wagon à caisse ou tombereau de 58 mètres cubes, porté sur deux bogies écartés d'axe en axe de 8^m,06, avec roues de 0^m,90, écartées de 1^m,65 ; son poids à vide est de 15 tonnes et sa charge de 50. Le déchargement se fait d'une façon automatique par deux trémies.

Le wagon de la Compagnie du Midi est une plate-forme, également sur deux bogies, écartés de 7^m,2, pesant à vide 15^t,4, et pouvant tenir 28^{m³},2, soit 50 tonnes de minerai de fer ou 30 de charbon. Les côtés sont en bois, avec portes permettant une ouverture totale de déchargement de 3^m,02. Le rapport du poids à vide au poids de charge est de 30,6 p. 100, il a permis de réduire la taxe de 15 p. 100 par rapport à celle des petits wagons.

Ces deux types de wagons sont construits par les Forges de Douai, avec châssis en acier pressé d'après les procédés Fox Arbel ; leurs longerons peuvent atteindre, d'une seule pièce, jusqu'à 20 mètres de long, et l'on espère pouvoir abaisser la tare à 25 p. 100 seulement de la charge maxima (1).

(1) *Engineering*, 7 avril, p. 436.

Je n'insisterai pas davantage sur cette question si importante et actuelle des wagons à très grande capacité, je me bornerai à renvoyer ceux d'entre vous qui s'y intéressent particulièrement, au remarquable travail que vient de publier sur ce sujet M. Biard, ingénieur au chemin de fer de l'Est, dans le dernier *Bulletin* (janvier) de la *Société des ingénieurs civils de France*. M. Biard étudie le développement du matériel à marchandises, dans ces dernières années, en Amérique, en Angleterre, en Allemagne et en France. Dans tous ces pays, s'accroît la tendance à l'emploi de wagons de plus en plus grands. Aux États-Unis, favorisé par des circonstances particulières, et sous la stimulation d'une concurrence des plus actives entre leurs différentes lignes, l'emploi de ces wagons est aujourd'hui universel et des plus heureux. C'est ainsi que le remplacement de wagons de 27 tonnes par ceux de 36 tonnes, qui ne coûtent, comme prix de construction, que 250 francs, ou 10 p. 100 de plus pour une augmentation de charge de 33 p. 100, a permis, sur le Pennsylvania Rr., de réaliser un bénéfice de 18 p. 100, sur le prix par tonne offerte. Grâce à l'emploi de ces wagons, la charge des trains a passé, en moyenne, entre 1894 et 1900, de 180 à 270 tonnes, soit une augmentation de 50,6 p. 100, tandis que l'effectif des wagons ne s'est accru que de 13,3 p. 100, et ce avec toutes sortes d'avantages corrélatifs : diminution des frais d'entretien du matériel et des frais de traction, diminution de l'encombrement des voies et des gares, augmentation du débit des voies, réduction du nombre des trains.

En France, les petits wagons à 10 tonnes constituent encore presque les deux tiers de l'effectif total des wagons de nos chemins de fer ; les wagons de 20 tonnes à deux essieux sont, néanmoins, au nombre d'environ 20 000, et les grands wagons à bogies commencent, comme nous l'avons vu, à pénétrer. La Compagnie du Nord en fait construire 170 du type plate-forme à 40 tonnes, et la Compagnie de l'Est 100. La Compagnie du Nord commence à mettre en service 40 wagons-tombereaux à houille de 40 tonnes, avec un rapport de la charge utile au poids total de 75 p. 100, et il paraît certain que ce mouvement vers les grands wagons ne fera que s'accélérer sur nos réseaux.

Les explosions de chaudières viennent d'être, dans le dernier numéro des *Annales des mines* : celui de décembre dernier, qui a paru il y a une quinzaine de jours, l'objet d'un rapport des plus intéressants de notre collègue M. Walckenaer, intitulé *Revue périodique des accidents d'appareils à vapeur*, et qui traite des accidents survenus aux locomotives et aux locomobiles batteuses.

Les locomotives, bien qu'elles aient fait un peu trop parler d'elles dans ces derniers temps, sont comparativement inoffensives. Leurs explosions n'occasionnent guère plus d'une mort par 30 000 locomotives en usage et par an, mais il n'en est pas de même des locomobiles batteuses, dont le danger est au moins six fois plus grand. Il n'y a pas à s'en étonner si l'on songe à l'ignorance et à l'incurie du personnel qui conduit la plupart de ces machines, souvent d'ailleurs très anciennes et déplorablement entretenues. Les conclusions de M. Walckenaer à ce sujet sont formelles, et méritent d'être reproduites *in extenso*, parce qu'elles indiquent, à côté de ce mal, un moyen simple, et peut-être unique d'y remédier, par l'emploi de moteurs à essence et à pétrole, pratiquement inépuisables :

« C'est, dit M. Walckenaer, l'entretien et les conditions d'emploi qu'il importerait surtout de réformer. On n'est plus là sur le domaine du constructeur. Mentionnons

cependant que celui-ci, pour réduire la fréquence des excès de pression, ferait bien de substituer à la vieille soupape de sûreté, chargée par l'intermédiaire d'un levier facile à surcharger ou à caler, un type bien choisi de soupape à grande levée, pressée directement par un ressort à l'abri du dérèglement. Il est utile aussi, contre l'éventualité des manques d'eau, que des plombs fusibles soient disposés au ciel des foyers.

« Passons à ce qui dépend des usagers. Les locomobiles à vapeur qui fonctionnent dans nos campagnes sont, dans la grande majorité des cas, la propriété des entrepreneurs de battage : l'agriculteur n'a que rarement intérêt à posséder lui-même un engin qu'il n'utiliserait que pour une seule opération, car la machine à vapeur nécessite une mise en train trop coûteuse et trop longue pour les travaux accessoires et intermittents de la ferme. C'est donc des entrepreneurs de battage, principalement, que l'amélioration devrait venir. Il faudrait que ces industriels fussent mieux instruits des nécessités de l'entretien, plus soucieux des obligations que l'article 36 formule et qui ne sont d'ailleurs que la conséquence de leur devoir professionnel, moins *regardants* pour les dépenses de réparation; ils ne devraient pas prolonger outre mesure le service des locomobiles fatiguées par un long usage. S'ils sont dépourvus, par eux-mêmes, de capacités techniques, il leur faudrait recourir, aussi souvent qu'il est nécessaire, aux avis des hommes de l'art et les suivre. L'abondance des dépôts auxquels donnent lieu la plupart des eaux leur conseillerait de s'intéresser, plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent, aux appareils portatifs proposés pour l'épuration préalable (1). Ils devraient veiller eux-mêmes au bon état des organes de sûreté et ne confier la conduite des locomobiles qu'à de bons préposés, sérieux et sobres.

« Malheureusement, ce programme est vaste. Remarquons toutefois une circonstance qui, dans une certaine mesure, en facilite l'accomplissement. Autrefois, l'entrepreneur louait toujours ses services à prix fixe par journée de travail. Aujourd'hui, l'usage se répand du règlement à façon, d'après la quantité de grain battu. Il devient dès lors avantageux pour lui de faire emploi d'un matériel plus puissant : de substituer à l'unité traditionnelle de 6 chevaux l'unité de 12 à 14 chevaux, à la mode anglaise, partout où cette unité reste assez aisément transportable. On arrive ainsi à des conditions industrielles qui facilitent, en les rendant proportionnellement moins coûteuses, les mesures d'entretien et les autres précautions d'ordre technique.

« Autre chose est à signaler. Les progrès de l'art ont maintenant ouvert une voie nouvelle : la solution peut être cherchée dans la substitution, à la machine à vapeur, du moteur à combustion intérieure alimenté au pétrole.

« Il s'agit ici de l'huile lampante, pétrole américain, pétrole russe ou même huile de schiste, suivant les circonstances du marché local. L'essence de pétrole, outre qu'elle est trop inflammable pour être manipulée à proximité des bâtiments de ferme et des tas de paille, coûte trop cher pour soutenir, dans cette application, la concurrence de la houille. A plus forte raison en serait-il de même de l'alcool. On sait que M. Maximilien Ringelmann, essayant comparativement l'alcool dénaturé, l'essence minérale et le pétrole lampant dans deux moteurs à quatre temps, l'un de 2 à 3 chevaux (Brouhot), l'autre de 3 à 4 chevaux (Benz), a trouvé comme résultats moyens (2) :

(1) Max. Ringelmann, *le Matériel agricole*, 14^e livraison de la *Mécanique à l'Exposition de 1900*, p. 25.

(2) *Recherches sur les moteurs à alcool* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome CXXV, octobre 1897, p. 566). — Nous devons de vifs remerciements à M. Ringelmann, qui a bien voulu nous fournir, pour cette partie de notre travail, les plus utiles indications.

	Alcool dénaturé.	Essence minérale.	Pétrole lampant.
Consommation (kilogrammes)	0,756	0,400	0,438
par cheval-heure. (litres)	0,906	0,563	0,532
Prix du litre, hors Paris	1',00	0',50	0',30
Prix du combustible par cheval-heure.	0',90	0',28	

« Dans le concours international de carburateurs, qui a eu lieu en 1904 par les soins de la Commission technique de l'Automobile Club de France, les essais effectués au pétrole lampant ont donné les résultats ci-après :

Moteur.	Carburateur.	Puissance (chevaux).	Vitesse (tours par minute).	Consommation (litres par chev.-heure).
De Dion-Bouton.	Claudel.	8	1310	0,480
Gautreau.	Gautreau.	6	1410	0,680
Gillet-Forest	Longuemare.	8	650	0,690
	Gautreau.	8	650	0,558

« Somme toute, pour les puissances qui conviennent aux locomobiles agricoles, le moteur à pétrole lampant peut être regardé comme consommant, en nombre rond, de 0,5 à 0,7 litre par cheval-heure, ce qui fait de 0 fr. 15 à 0 fr. 20 de combustible au prix moyen de 0 fr. 30 par litre. Il n'y a pas de dépense d'eau sensible si l'appareil est pourvu d'un refroidisseur; on n'a à subvenir qu'à la perte d'eau par évaporation.

« Quelle est, en face de ces chiffres, la situation de la machine à vapeur? Pour la puissance et dans les conditions d'emploi des locomobiles à battre, il ne faut guère compter sur une dépense de moins de 3 ou 4 kilos de charbon par cheval-heure; acheté au prix de 25 ou 30 francs par tonne, ce combustible, après transport à pied d'œuvre et en tenant compte des déchets de route, revient moyennement à 40 francs. C'est donc, par cheval-heure, une dépense de combustible de 0 fr. 12 à 0 fr. 16, à laquelle il faut ajouter les frais occasionnés par l'approvisionnement en eau, dont la machine consomme environ 20 litres par cheval-heure.

« On s'explique donc aisément les progrès du moteur à pétrole, soit comme engin d'entrepreneur, soit comme appareil faisant partie de l'outillage propre d'un domaine. Pour ce dernier genre d'application en particulier, il présente sur la machine à vapeur l'avantage d'être toujours prêt à fonctionner et de n'exiger pour sa mise en train ni dépense de combustible, ni perte de temps (un quart d'heure suffit au maximum); on peut donc l'employer, non seulement au battage de la récolte, mais à des travaux variés.

« La question de sécurité, objet de notre étude, peut trouver ainsi une solution particulièrement satisfaisante, les moteurs à combustion intérieure étant pratiquement exempts du danger d'explosion. »

Je ne puis, aujourd'hui, que vous signaler d'un mot une très ingénieuse machine frigorifique due à *M. Maurice Leblanc*, bien connu par ses travaux et inventions qui le classent au premier rang de nos ingénieurs électriciens. Cette machine fabrique la glace en partant d'un principe connu, appliqué, mais sans succès pratique, presque dès l'origine des machines frigorifiques : l'utilisation du froid produit par la vaporisation de l'eau dans le vide. L'originalité de la machine de M. Leblanc consiste surtout

dans la simplicité des moyens mis en œuvre pour l'application de ce principe, moyens sur lesquels il ne m'est pas permis d'insister aujourd'hui, mais que j'espère pouvoir vous décrire bientôt avec l'assurance de leur succès définitif.

NOMINATIONS DE MEMBRES DU CONSEIL. — Sont nommés *membres du Conseil* :

Au Comité d'Agriculture :

M. Dybowski, directeur du Jardin colonial de Nogent-sur-Marne ;

M. Schribaux, professeur à l'Institut national agronomique.

Au Comité des Arts chimiques :

M. Prudhomme, ingénieur chimiste.

Membres correspondants du Comité des Arts chimiques :

A Paris, *M. Guillet*, ingénieur des Arts et Manufactures ;

A Scheffield, *M. Hadfield* ;

A New-York, *M. Howe*.

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Freire (V. Da Silva), ingénieur civil à São Paulo, Brésil, présenté par *M. Richard* ;

M. Lejeune (Marcel), mécanicien-constructeur à Paris, présenté par *M. Richard*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *M. Hitier* présente, au nom du Comité d'Agriculture, son rapport sur les *Études d'économie rurale alpestre* de *M. Briot*.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications de :

M. Bruant sur son *appareil de sauvetage industriel* ;

M. l'abbé Vassart, sur l'*Institut technique roubaisien*.

M. le Président remercie ces messieurs de leurs intéressantes communications, qui sont renvoyées aux Comités des *Arts économiques* et du *Commerce*.

Séance du 12 mai 1905.

Présidence de *M. HUET*, vice-président.

M. le Président fait part au Conseil du décès de *M. le baron Thenard*, membre du Comité d'Agriculture, qu'une cruelle maladie empêchait depuis longtemps de prendre part à nos travaux, et de *M. G. de Vallois*, membre de

la Société; il se fait auprès des familles de ces messieurs l'interprète des vifs regrets qu'ils laissent parmi nous.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

MM. Guillet, Dybowski, Hadfield, Howe, Prudhomme et *Schribaux* remercient le Conseil de leurs nominations comme membres des Comités de Chimie et d'Agriculture.

M. Chandèze, directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, remercie la Société d'Encouragement de la subvention de 3 000 francs accordée au Laboratoire d'essais du Conservatoire, pour l'exécution de *recherches sur les constituants des aciers*, sous la direction de *M. Pérot*, directeur du Laboratoire.

M. Mure, 1, rue de Nuits (Lyon), présente une *écouvillonneuse pour fours de boulangerie*. (Agriculture.)

MM. Beuxmayer, L'Huillier et *Pigot*, ouvriers tanneurs, remercient la Société d'Encouragement des allocations de 150 francs qui leur ont été attribuées sur les ressources de la fondation *Fauler*.

M. J. Valette, 128, rue de Tocqueville, présente un *frein pour voitures*. (Agriculture.)

M. Jesson, 191, rue Saint-Martin, demande une annuité de brevet pour un *appareil pour nettoyer les chaussées*. (Constructions.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 673 du présent *Bulletin* et déposés à notre bibliothèque.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale les quelques nouveautés suivantes parues dans les périodiques de la dernière quinzaine :

MESSEURS,

Vous n'avez certes pas oublié le rapport par lequel *M. Résal* proclamait, lors de notre dernière séance des prix, les titres de *M. Arnodin* à la grande médaille de notre Comité des constructions et Beaux-Arts, et qu'au premier rang de ces titres, figurait la construction des **ponts transbordeurs**, dont *M. Résal* vous citait de nombreux et de très intéressants exemples; je suis heureux de pouvoir ajouter à ces exemples un de ces ponts, des plus remarquables en lui-même et par le lieu de son installation, à Runcorn-sur-Mersey; de sorte qu'il faut y voir, à côté de la valeur de l'ouvrage même, celle d'un hommage des plus flatteurs justement rendu à *M. Arnodin* par les ingénieurs anglais.

La portée de ce pont est, comme vous le voyez par cette projection, de 305 mètres entre les pylônes et sa hauteur moyenne au-dessus de l'eau de 25 mètres. Les pylônes,

d'une hauteur de 60 mètres, sont à quatre montants; leur base a 9 mètres de côté et leur sommet 2^m,05; ils sont écartés de 21 mètres, et chacun de leurs montants est boulonné sur un cylindre en fonte de 2^m,73 de diamètre, boulonné lui-même sur le roc.

Le tablier du pont est suspendu à 25 mètres de hauteur sur deux câbles d'acier, d'un poids total de 243 tonnes, passant sur des coussinets à rouleaux leur laissant la liberté de leurs dilatations; le diamètre de ces câbles est de 300 millimètres et chacun d'eux est formé de 2 413 fils d'acier de 0^{mm},4, résistant à 150 kilos par millimètre carré, groupés en 19 torons parallèles de 127 fils chacun. Les intervalles entre les fils et entre les torons sont bourrés de goudron; le tout est enveloppé de deux toiles à voile goudronnées. L'ancrage se fait sur des plaques de fonte à 9 mètres sous la roche, chargées par un crib de rails entre-croisés et comblé par du ciment emprisonnant les chaînes d'attache. Les 19 torons de chaque câble se réunissent à 15 mètres de l'ancrage.

Le pont est en deux poutres articulées en leur milieu de manière à lui permettre de céder facilement aux dilatations du fait des variations de température, en prenant une flèche qui peut aller jusqu'à 0^m,90.

La plate-forme du transbordeur a 16^m,50 × 7^m,20 et peut porter quatre chariots à deux chevaux et 300 personnes convenablement abritées; la durée d'un passage est de deux minutes et demie; on peut, y compris le temps perdu, en faire une dizaine par heure; la plate-forme est à 3^m,60 au-dessus de l'eau.

Le trolley qui entraîne cette plate-forme en roulant sur les rails du pont a 25 mètres de long et est supporté, sur chaque rail, par 16 roues sur bogies de manière à franchir facilement la flèche du pont, et commandées par deux dynamos de 35 chevaux chacune, dont une seule suffit. Il est pourvu de freins automatiques et à main assurant une sécurité parfaite.

L'électricité est fournie par des dynamos commandées par deux moteurs à gaz de 70 chevaux, dont un de rechange. L'arrêt du chariot peut se faire, en pleine marche, dans sa longueur.

Le prix total de l'ouvrage a été de 3 250 000 francs environ, ou trois fois moins cher qu'un pont ordinaire équivalent.

Un second pont transbordeur Arnodin est actuellement en construction sur l'Usk, à Newport, dans le Pays de Galles (1).

Pendant que nous parlons de ponts, je vous demanderai la permission de vous dire quelques mots de l'un des trois grands ponts suspendus actuellement en construction sur l'East River, à New-York : le pont de Williamsburg. Ce pont est remarquable par sa grandeur : une portée centrale de 486 mètres avec deux approches de 182 mètres, et par une foule de détails que je ne puis aborder ici. Je n'insisterai que sur la composition et le montage très remarquable des câbles, particulier à cet ouvrage, et que j'espère pouvoir vous faire comprendre à l'aide de quelques projections.

Les câbles en acier, d'un poids de 5 000 tonnes environ, ont coûté, fourniture et construction, 7 millions; ils ont été fournis par la maison Roebling; la travée centrale

(1) *The Engineer*, 5 mai, p. 144.

(2) *Génie civil*, 6 août et voir *Deutscher Ingenieur*, 12 août 1904, *Cassier's Magazine*, mai 1905.

a coûté 5 620 000 francs et a été fournie, comme le reste du pont, par Pennsylvania Steel C^o.

Le pont de Williamsburg a 486 mètres de portée entre ses deux pylônes de 100 mètres de haut; le tablier à deux étages est à 48 mètres au-dessus des eaux moyennes; sa flèche est de 6 mètres et sa largeur de 36 mètres; il porte deux voies de chemin de fer, quatre voies de tramways, deux voies charretières, deux voies pour vélocipèdes, et deux de piétons.

Les maîtres câbles de suspension, au nombre de quatre, reposent sur les pylônes par l'intermédiaire de coussinets en acier fondu de 5^m,70 de long, posés sur galets, qui leur permettent un déplacement longitudinal de 0^m,90, de manière à se prêter aux dilatactions et contractions des câbles sous l'effet des variations de température.

Chaque câble est constitué par 7 696 fils de 5 millimètres de diamètre, groupés en 37 torons, formés chacun d'un seul fil continu bouclé sur des sabots en forme de fer à cheval attachés aux chaînes d'ancrage, et passant 208 fois d'un bout à l'autre du pont. La résistance de ces fils est de 140 kilos par millimètre carré.

Il a fallu, pour poser ces câbles, installer d'abord une passerelle à quatre voies suspendue par 16 câbles, divisés en quatre groupes de 3 torons chacun, avec chacun un toron au-dessus du câble, et passés, au-dessus des tours, sur des coussinets spéciaux. Chacun de ces câbles, de 900 mètres de long, était enroulé sur un tambour de 14 tonnes, monté sur chaland que l'on amenait au pied de l'un des pylônes du pont. Ce chaland portait un treuil dont la corde passait sur une poulie au haut du pylône, et l'on montait, par cette corde, l'un des bouts du câble au haut du pylône, où il était pris par la corde d'un treuil situé à l'ancrage, et qui l'amenait à cet ancrage.

Le chaland allait alors à l'autre pylône, en laissant dérouler son câble au fond de l'eau, et l'on amenait de même le second bout de câble au haut du second pylône et au second ancrage.

Une fois cette passerelle établie, les câbles principaux furent placés, toron par toron, de la manière suivante, en partant de fils de 1 050 mètres de long, reliés par des épissures à manchons d'acier filetés. Ces fils étaient amenés au pied de l'ancrage sur des tambours qui en portaient chacun 24 000 mètres, et en étaient déroulés puis transportés au-dessus des pylônes, en aller et retour du pont, par les poulies de deux cableways faisant la navette entre les deux ancrages. On constituait ainsi chacun des torons du câble principal par 208 de ces aller et retour, en bouclant chaque fois le fil autour de l'attache correspondante des ancrages. Avant d'être définitivement placés, ces torons passaient, au haut des tours, sur des galets provisoires, puis étaient réglés soigneusement au moyen de vérins de suspension, comme on le voit par les projections que je vais faire passer sous vos yeux, et qui rendront assez clair l'exposé de ces opérations, difficiles à suivre sans figures.

Les torons d'un câble une fois posés, on donne au câble, par des serrages, sa forme définitive, au diamètre de 476 millimètres, et on y pose, tous les 6 mètres, les manchons d'attache des fils qui le relient au tablier. Le poids total de ces câbles est de 5 000 tonnes.

On n'eut à subir, pendant toute la durée de ce montage si hardi, qu'un accident notable : l'incendie, presque à la fin du montage, d'une partie de la passerelle, qui endommagea un peu deux des câbles principaux. On n'eut à déplorer la mort que d'un seul ouvrier.

Il n'est point, chez les travailleurs de l'esprit, d'infirmités plus fréquentes que celles de la vue ; ils sont, à partir d'un âge pas toujours bien avancé, fréquemment myopes ou presbytes, avec, souvent, plus ou moins d'astigmatisme ; de là, l'obligation de porter des lorgnons ou des lunettes, et d'en employer parfois deux paires : une pour voir de près, l'autre pour voir de loin. C'est à ces derniers que je viens apporter aujourd'hui la bonne nouvelle de la possibilité de remplacer les deux paires de lunettes par une seule, armée de verres pas plus disgracieux que les verres ordinaires.

Vous connaissez tous ces verres de lunettes coupés en deux par le milieu, composés, en réalité, de deux demi-lentilles superposées, l'une pour la vision lointaine et l'autre pour la vision courte. Leur invention, fort ingénieuse, est due à un opticien français, dont le nom continue à briller au premier rang de notre industrie optique, à un Secrétaire, qui, en 1777, fit une de ces lunettes pour Franklin, qui négociait alors avec la France les questions de la guerre de l'indépendance américaine et qui témoigna sa reconnaissance dans les termes les plus flatteurs. Ces genres de lunettes sont encore désignées aux États-Unis, sous le nom de lunettes de Franklin. Malgré leur ingéniosité, elles sont affreuses, signalent immédiatement au public l'infirmité de celui qui les porte, et présentent, en outre, l'inconvénient de réflexions et réfractions prismatiques au plan de superposition des deux lentilles.

Ces inconvénients ont été, ensuite, atténués par le remplacement de l'une des demi-lentilles de chaque verre par une petite lentille circulaire, placée au bas pour la vision courte, dont le premier type est également dû à un Secrétaire, en 1865 ; comme vous le voyez sur cette projection, c'était déjà un perfectionnement notable.

En 1897, l'opticien américain Borsh constituait une lentille bifocale des plus ingénieuses en creusant, dans la lentille principale en crown, le logement d'une petite lentille auxiliaire de 17 millimètres de diamètre et d'un indice de réfraction plus élevé ; puis, en 1898, il inséra cette petite lentille entre deux verres collés par du baume de Canada. Le verre ainsi constitué répondait parfaitement à son objet et ne différait guère d'aspect des verres ordinaires, mais il coûtait fort cher et le baume de Canada s'altérait plus ou moins par l'usage.

C'est tout récemment que ce même opticien, M. Borsh, est parvenu à réaliser des lentilles bifocales cylindro-sphériques sans ligne de jonction, sans aucun effet de prisme, semblables absolument, d'aspect, aux verres ordinaires et guère plus coûteux. Il y parvint en logeant dans une concavité d'un verre ordinaire, d'indice de réfraction 1,53, une petite lentille plus réfringente, en la soudant au moufle électrique, puis en polissant suivant des formules appropriées l'ensemble de ces deux lentilles. C'est une très heureuse et complète solution de ce problème, dont l'intérêt n'est que trop évident pour un grand nombre d'entre nous (1).

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

MM. les fils de *Jean Luc*, tanneurs à Nancy, présentés par *M. Haller* ;

M. Grenier (René), ingénieur civil des mines à Pocancy (Marne), présenté par *M. H. Le Chatelier* ;

(1) *Journal of the Franklin Institute*, avril 1905, p. 313.

M. Girard (A. Ch.), professeur à l'Institut agronomique, présenté par *M Ringelmann*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Sont lus et approuvés les rapports de :

M. Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'ouvrage de *M. Cartier* intitulé : *Les auxiliaires économiques des chaudières et des machines à vapeur*.

M. Livache, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *mastic au zinc pour joints de vapeur de MM. Bonneville et C^{ie}*.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications de :

M. Charles Henry sur les *Chromatines*;

M. Alfassa sur l'*Organisation du travail aux États-Unis*.

M. le Président remercie MM. Henry et Alfassa de leurs très intéressantes communications, qui sont renvoyées aux Comités des *Arts économiques* et du *Commerce*.

BIBLIOGRAPHIE

Il vermicello della seta, del CORSUCCIO DA SASCORBATO (n° 10 561 de notre bibliothèque).

Cet ouvrage, *nuovamente venuto in luce*, n'en est pas moins l'un des plus anciens, sinon le plus ancien, de nos collections. Malheureusement ce n'est pas un incunable, il a été imprimé en 1581, *in Rimino, appresso Gio. Simbeni*. Il nous vient du legs Lasteyrie. Il est accompagné d'une lettre autographe précieuse puisqu'elle date du 16 juillet 1583. Il est précédé d'un sonnet en l'honneur de la ville de Rimini.

Le traité est divisé en trois parties. La première traite du ver à soie, de son éducation, du mûrier, des maladies des vers. La seconde, de la noblesse de la soie. La troisième, des couleurs.

M. le docteur H. Silbermann, de Dresden, dont la bibliographie de la soie est l'une des plus complètes, sinon la plus complète que je connaisse, et qui a visité nos collections au cours d'un voyage d'études fait à Paris, m'a dit qu'il ne connaissait pas cet ouvrage et que c'était le plus ancien livre imprimé sur la soie qu'il ait encore eu entre les mains.

Des intérêts matériels de la France, par ANTOINE DELACOUX DE MARIVAUT (n° 3 003 de notre bibliothèque).

Cette œuvre est restée manuscrite. Elle représente la consécration des idées économiques de l'un des membres du Conseil d'Administration de notre Société au milieu du siècle dernier.

Antoine Delacoux de Marivault naquit au Blanc, département de l'Indre, le 8 septembre 1771. Il fut conseiller d'ambassade, membre du Conseil de la Société d'Agriculture, et du Conseil de notre société de 1835 à 1847. Le manuscrit est tout particulièrement précieux, d'une part à cause d'un portrait de l'auteur fait à la pointe sèche et dessiné par Marivault lui-même, d'autre part à cause des notes extrêmement intéressantes qui accompagnent le texte. Celui-ci renferme l'exposé de tout un système ayant pour but de constituer des réserves de céréales et d'assurer la fixité d'un prix rémunérateur pour les agriculteurs. Les idées de l'auteur sur le peu d'importance relative des importations de blés et sur la nécessité de constituer des approvisionnements de blé ont très justement fait l'objet d'un rejet par les Comités de la Société qui ne jugèrent pas à propos de les adopter (séance du 10 février 1841); et l'avenir donna pleine raison aux Comités. Mais l'exposé de ces idées, que Marivault nourrissait depuis de nombreuses années et qui avaient déjà donné lieu à plusieurs publications de lui, n'en est pas moins accompagné de notes très développées sur les conditions économiques et statistiques de la production et de la consommation du blé en France, et sur les moyens à employer pour assurer la conservation des blés mis en réserve, notes que l'on consultera avec quelque profit au point de vue historique.

La Télégraphie sans fil, par le Professeur DOMENICO MAZOTTO (n° 12 821 de notre bibliothèque). Paris, V^e Ch. Dunod.

Le présent ouvrage a pour objet d'exposer les recherches de Marconi et de décrire les appareils qu'il a imaginés ainsi que ceux réalisés par d'autres inventeurs. Il traite avec une très grande clarté les différents systèmes de télécommunication sans fil : par conduction ; par induction ; par système radiophonique ; par radiations ultra-violettes et infra-rouges ; enfin par les ondes électriques. Sont présentés les divers appareils de radio-télégraphie : manipulateurs, interrupteurs, excitateurs, oscillateurs, radiateurs, condensateurs, syntonisateurs, détecteurs, décohéreurs, anti-cohéreurs, récepteurs, ou répéteurs. Puis divers systèmes de radio-télégraphie : systèmes de Marconi, Lodge Muirhead, Braun, Slaby et Arco, Popoff-Ducretet, etc. Enfin les expériences pratiques, en particulier, celles de Marconi, de Lodge et Muirhead, de Slaby, de Braun, de Guarini et Poncelet.

Le Fraisage, par ÉMILE JURTHE et OTTO MIETZSCHKE, traduit sur la deuxième édition allemande par M. VARINOIS, ingénieur des Arts et Manufactures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1903 (n° 12 818 de notre bibliothèque).

Nous avons présenté dernièrement, de M. G. Richard, la traduction de l'ouvrage de J. Woodworth traitant du découpage, matriçage, poinçonnage et emboutissage. Aujourd'hui, nous présentons la traduction d'un *Manuel de fraisage* de M. Varinois. Le rapide épuisement de la première édition allemande, et le succès de la seconde édition recommandent ce manuel à l'attention.

Son but est de donner aux techniciens une méthode sûre pour l'exécution des travaux les plus difficiles du fraisage, et de stimuler l'homme de métier vers une série d'essais et de découvertes nouvelles, en lui présentant les derniers perfectionnements réalisés dans ce domaine. Ce livre se recommande également pour sa description complète de la rectification des outils, ainsi que des machines à rectifier et de leur emploi.

L'ouvrage, enrichi de nombreuses figures, est divisé en trois parties : l'Outil à fraiser, les Machines à fraiser, l'Affûtage, et se termine par un appendice sur les Roues d'engrenage.

Hong-Kong, par ÉDOUARD CLAVERY, Consul de France (n° 12 822 de notre bibliothèque). Paris, librairie de l'*Annuaire Colonial*.

Les descriptions de Hong-Kong en français ne manquent pas ; mais l'ouvrage ancien de M. Lavollée, ceux de de Beauvoir et de Hübner, datant d'une trentaine d'années, les pages, les plus récentes, de A. Bellessort et de G. Weulersse ne se sont pas spécialement occupés des questions économiques, sauf M. de Hübner, dont l'ouvrage, déjà ancien, est d'ailleurs toujours instructif, et, dans une certaine mesure, M. Weulersse. Il serait intéressant cependant de savoir avec quelque exactitude en quoi consiste le fonctionnement et la vie même, pour ainsi dire, du grand emporium britannique en Extrême-Orient. Tel a été l'objet particulier des recherches dont M. Ed. Clavery fait connaître le résultat, dans l'étude qu'il présente aujourd'hui au public et qui

fait en quelque sorte pendant à celle qu'il a consacrée l'année dernière aux *Établissements des Détroits*. Dans ses conclusions, l'auteur montre que 42 p. 100 environ des marchandises échangées entre la Chine et Hong-Kong sont en provenance ou à destination de l'Empire britannique. Il insiste enfin sur l'importance des relations économiques établies entre l'Indo-Chine française et le vaste port franc de Victoria. En 1902, la part de Hong-Kong dans le total du commerce de notre grande colonie extrême-orientale a été de 28,6 p. 100; elle a atteint 31,6 p. 100 en 1903.

Des œuvres de ce genre sont des plus instructives et des plus utiles, à un moment où les regards de l'humanité entière sont tournés sur l'Extrême-Orient, en attente d'un avenir qui dépassera peut-être les prévisions. Je dois ajouter que les œuvres de M. Édouard Clavery sont écrites d'une plume alerte et qui sait intéresser, même dans les questions un peu ardues de la statistique commerciale.

L'abeille domestique, son élevage et ses produits, par LUCIEN ICHES. Paris, Garnier frères, 1905 (n° 12 846 de notre bibliothèque).

Nous ne saurions mieux faire l'éloge de cet ouvrage qu'en citant textuellement ce qu'en dit M. Joannes Chatin, membre de l'Institut, dans la préface qu'il a écrite pour le livre de M. Lucien Iches, secrétaire de la Société centrale d'apiculture.

« On a dit de l'abeille qu'elle avait épuisé les hyperboles du poète sans lasser l'attention du naturaliste. Rien de plus vrai! S'il en fallait fournir une nouvelle démonstration, on la trouverait dans le beau livre de M. Lucien Iches.

Sous la plume élégante et claire de l'auteur, on prend le plus vif plaisir à suivre l'histoire complète de l'abeille. Toutes les questions afférentes à l'apiculture se trouvent intégralement traitées avec une compétence dont l'éloge n'est plus à faire et qui s'affirme à chaque page du livre de M. L. Iches... Je suis certain du succès qui accueillera cette œuvre de féconde vulgarisation. » Elle prend place très honorable dans la collection estimée d'agriculture pratique de la librairie Garnier.

L'ouvrage est richement illustré de 134 figures, dues à M. A.-L. Clément, vice-président de la Société centrale d'Apiculture. Il est divisé en quatre parties : le Rucher, l'Anatomie et la Physiologie de l'abeille; la Conduite du rucher; le Miel et ses dérivés. Un Appendice décrit l'apiculture à travers le monde.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (Erganzung zu « Stahl und Eisen »). Ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten des Eisenhüttenwesens im Jahre 1902, Im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute bearbeitet von Otto Vogel. III. Jahrgang. Düsseldorf, 1903.

Cette publication de la Société des Métallurgistes allemands, sous la direction de l'ingénieur Otto Vogel, constitue une *Revue* annuelle des travaux intéressant la métallurgie; brevets, articles originaux, etc. Elle est le complément du journal *Stahl und Eisen* et comprend le dépouillement de 134 périodiques : 57 allemands, 40 anglais, 19 français, 8 suédois, 2 danois, 2 russes, 2 italiens, 2 espagnols 2 hollandais. Œuvre d'une grande utilité à tous ceux qui s'occupent de métallurgie, soit au point de

vue technique, soit au point de vue de la littérature, en évitant des recherches souvent longues et infructueuses.

Les comptes rendus sont présentés d'une façon systématique sous les rubriques : généralités, combustibles, foyer, matériaux réfractaires, scories, minerais, production du fer, travail du fer, propriétés du fer, alliages et combinaisons du fer, essais des matériaux.

Bibliothèque du Mois scientifique et industriel. Paris, 8, rue Nouvelle.

Cette collection comprend à ce jour les huit monographies qui suivent :

N° 1 : L'électrosidérurgie, par G. Garnier; 20 p.

N° 2 : Le froid industriel et ses applications, par G. Pelletreau; 34 p., 20 fig.

Description rapide des machines productrices de froid, et de leurs principales applications : fabrication de la glace, conservation des matières alimentaires, régularisation de certaines industries.

N° 3 : L'incandescence par le gaz, par G. Pelletreau; 42 p., 34 fig.

Description des différents becs. En annexes, une liste des brevets les plus intéressants pris depuis le 1^{er} janvier 1900, pour brûleurs à incandescence par le gaz, leurs manchons, leur allumage.

N° 4 : Les progrès récents dans l'industrie du verre, par Albert Granger; 39 p., 38 fig.

Fours, façonnage, glaces, bouteilles, verres à vitres. Soufflage mécanique. Le verre dans la construction.

N° 5 : Méthodes modernes de paiement des salaires, par Julien Izart, 58 p.

En appendices, Bibliographie générale du système : à primes. Sources officielles d'information concernant les salaires.

N° 6 : La surchauffe de la vapeur, ses avantages, par Paul Baudouin, 44 p., 41 fig.

N° 7 : L'électricité dans l'industrie minière par Julien Izart, 67 p., 53 fig.

N° 8 : Progrès récents des industries de fermentation, par M. Emm. Pozzi-Escot, 72 p., 27 fig.

Progrès de la distillerie, de la brasserie, de l'industrie vinicole, de la cidrerie, de la fabrication du vinaigre.

N° 9 : L'économie dans la chaufferie, 86 p., 36 fig.

Des noms comme ceux de MM. Albert Granger, Pozzi-Escot, sont garantie de l'intérêt qui s'attache à plusieurs de ces monographies, que publie avec un grand zèle le secrétaire, M. Julien Izart, ingénieur civil des Mines.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MAI 1905

Exposition universelle internationale de 1900. Rapports du jury international. Groupe I : Éducation et enseignement. Classe 5, tome II. 293-193, 560 p., 227 fig., 1 carte. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **12 820.**

MAZOTTO (DOMENICO). — **La télégraphie sans fil.** Traduit de l'italien par J. A. MONTPELLIER, 235-165, x-432 p., 250 fig. Paris, V^e Ch. Dunod, 1903. **12 821.**

CLAVERY (ÉDOUARD). — **Hong-Kong.** Le passé et le présent. 243-160, 57 p. Paris, Chevalier et Rivière, 1905. **12 822.**

PRIault (L.) et THOMAS (Ch.). — **Traité pratique de filature de la laine cardée.** 285-190, 351 p., 181 fig. Elbeuf, C. Allain, 1905. **12 828.**

Exposition universelle internationale de 1900. Rapports du jury international. Groupe IV : Matériel et procédés généraux de la mécanique. 2^e partie, classe 20 : Machines motrices diverses, par M. FIRMINHAC. 293-193, viii-278 p., 210 fig. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **12 829.**

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. **Catalogue officiel des collections.** 1^{er} fascicule. Mécanique. 220-130, 449 p., 69 fig., 4 pl. Paris, E. Bernard, 1905. **12 830.**

Don de M. Alfred Renouard :

NASmith (JOHN W.). — **The slide rule. Its principles and application.** 165-120, 272 p. Manchester, J. Nasmith. **12 823.**

DUJARDIN (L.). — **Traité pratique de la photographie des couleurs.** 6^e éd., 175-110, 54 p., 12 fig. 4 pl. coloriées. Paris, Société internationale de la photographie des couleurs. **12824.**

BEAUMONT ROBERTS. — **Woven fabrics at the worlds'fair.** 180-125, vi-121 p., 44 ill. Manchester, Emmott and C^o, 1904. **12 825.**

Grande manufacture de Jaroslaw, Russie. 240-153, 121 p., 3 pl. Paris, Camis et C^{ie}, 1900. **12 826.**

PACHMANN (HEINRICH). — **Die Fabrikbuchhaltung, nach den Regeln der doppelten. Buchführung.** 3^e Aufl. 240-160, 384 S. Leipa in Böhmen, Johann Künstner, 1896. **12 827.**

DELECROIX (ÉMILE). — **Statistique des houillères en France et en Belgique.** 235-163, 431 p. Janvier 1897. **Pér. 227.**

NEW-YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. **18 th. annual report on factory inspection, 1903.** **Pér. 128.**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. 3^e volume, 2^e partie. **Compte rendu du Congrès de Paris, 7 au 10 mars 1904.**

WESTERN AUSTRALIA. GEOLOGICAL SURVEY. **Bulletins n^{os} 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15.** **Pér. 184.**

ROYAL SOCIETY OF LONDON. *Philosophical Transactions*. Séries A, vol. 204, pp. 351-372. On the compressibility of gases between one atmosphere and half of an atmosphere of pressure, by lord Rayleigh.

Pér. 41.

AMERICAN CERAMIC SOCIETY. *Transactions*, vol. VI. Columbus, Ohio, 1904.

Pér. 288.

R. ACADEMIA DELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE. Indice generali dei lavori pubblicati dal MDCCXXXVII al MDCCCIII. Naples, 1904.

Pér. 14

ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL. *Bulletin*, n° 17, 1905.

Pér. 130.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen. Ergänzung zu « Stahl und Eisen ». Ein Bericht über die Fortschritte auf allen Gebieten des Eisenhüttenwesens im Jahre 1902. — VON OTTO VOGEL. III. Jahrgang, 1902. Düsseldorf, 1905.

Pér. 287.

LE VERRIER (H.). — **Métallurgie générale. Procédés métallurgiques et étude des métaux** (Encyclopédie industrielle M.-C. Lechalas), 250-165, 403 p., 138 fig., 10 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

12831.

RANDAU (PAUL). — **La fabrication des émaux et l'émaillage**. Traduit et annoté sur la 3^e édition allemande par EM. CAMPAGNE, 225-140, 251 p., 23 fig. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

12832.

BUSQUET (RAYMOND). — **Précis d'hydraulique. La houille blanche**. (Encyclopédie industrielle), 180-120, VIII-375 p., 49 fig., Paris, J.-B. Baillière et fils, 1905.

12833.

BEAUVERIE (J.). — **Le bois** (Encyclopédie industrielle M.-C. Lechalas), 250-165, fascicules. I et II, XII-704 et 705, 1402 p., 458 fig., 11 pl. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

12834, 12835.

CARLIER (JOSEPH). — **Les auxiliaires économiques des chaudières et machines à vapeur**. Appareils de chauffage, Réchauffeurs, Surchauffeurs, Condenseurs (*ex Mémoires de l'Union des ingénieurs de Louvain*), 240-160, 359 p., 345 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1903.

12836.

HUFFEL (G.). — **Économie forestière**, 250-165, tome II, XIV-484 p., 125 fig. Paris, Lucien Laveur, 1905.

12837.

Exposition Universelle Internationale de 1900. Rapports du jury international. Introduction générale. Tome III. Cinquième partie : Agriculture, Horticulture, Aliments, par L. GRANDEAU. Tome I, 290-190, IV-754 p., 193 figures et cartes. Paris, Imprimerie nationale, 1905.

12838.

BIARD (E.). **La capacité des wagons à marchandises** (*ex Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*). 240-155, 60 pages, Paris, 1905.

12839.

LUC DE SAINT-OURS. — **La meule de moulin**. Notes sur son histoire, son archéologie, sa minéralogie, son commerce. 185-190, 35 p. Angers, A. Burdin et C^{ie}, 1895.

12840.

BORDÉ (PAUL). — **Le Congrès d'aérostation scientifique de 1904 à Saint-Petersbourg**. Précédé de l'histoire des précédents Congrès, par W. DE FONVIELLE. 240-160, 84 p., 15 gr. Paris, 1905.

12841.

GUARINI (ÉMILE). — **L'état actuel de l'électro-métallurgie du fer et de l'acier** (*ex Scientific american*, français-anglais). 240-160, 44 p., 36 fig. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

12842.

Accidents du travail. — Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois du 22 mars 1902 et 31 mars 1905 et décrets d'administration publique. Loi du 30 juin 1889. 210-135, 35 p., 2 affiches. Paris, Chevalier et Rivière, 1905.

12843.

Recueil de Lois, Ordonnances, Décrets, Règlements et Circulaires, concernant les services dépendant du ministère des Travaux publics. 2^e série, tome XII, année 1902. **Pér. 144.**

ROYAL SOCIETY OF NEW-SOUTH WALES. Journal and proceedings. Vol. XXXVII, 1903. Sydney, 1903. **Pér. 29.**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN. *Bulletin*. Années 1873 à 1876 et 1879. (Ce don précieux, que la Société industrielle de Rouen a bien voulu nous faire à titre exceptionnel, vient combler nos lacunes.) **Pér. 75.**

THE JOHN CRERAR LIBRARY. Tenth annual report for the year 1904. **Pér. 261.**

UNION NATIONALE DES SOCIÉTÉS PHOTOGRAPHIQUES DE FRANCE. Session de Nancy, 1904. Annuaire de 1905. **Pér. 282.**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Avril au 15 Mai 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> Mining Magazine.
<i>Ac.</i> Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> Revue générale des matières colo-
<i>AIM.</i> American Institute of Mining En-	rantes.
gineers.	<i>PC.</i> Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> Annales des Mines.	<i>Pm.</i> Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> American Machinist.	<i>RCp.</i> Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> Revue électrique.
<i>BCC.</i> Bulletin du Congrès international	<i>Ri.</i> Revue industrielle.
des chemins de fer.	<i>RM.</i> Revue de mécanique.
<i>CN.</i> Chemical News (London).	<i>Rmc.</i> Revue maritime et coloniale.
<i>Cs.</i> Journal of the Society of Chemical	<i>Rso.</i> Réforme sociale.
Industry (London).	<i>RSL.</i> Royal Society London (Proceedings).
<i>CR.</i> Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rt.</i> Revue technique.
Sciences.	<i>Ru.</i> Revue universelle des mines et de
<i>Dp.</i> Dingler's Polytechnisches Journal.	la métallurgie.
<i>E.</i> Engineering.	<i>SA.</i> Society of Arts (Journal of the).
<i>E'</i> The Engineer.	<i>ScP.</i> Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Eam.</i> Engineering and Mining Journal.	<i>Sie.</i> Société internationale des Électri-
<i>EE.</i> Eclairage électrique.	ciens (Bulletin).
<i>Elé.</i> L'Électricien.	<i>SiM.</i> Bulletin de la Société industrielle
<i>Ef.</i> Économiste français.	de Mulhouse.
<i>EM.</i> Engineering Magazine.	<i>SL.</i> Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> Journal of the Franklin Institute	<i>SNA.</i> Société nationale d'Agriculture de
(Philadelphie).	France (Bulletin).
<i>Gc.</i> Génie civil.	<i>SuE.</i> Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> La Vie automobile.
<i>IC.</i> Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>VDI.</i> Zeitschrift des Vereines Deutscher
letin).	Ingenieure.
<i>Ie.</i> Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOL.</i> Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>It.</i> Industrie textile.	Ingenieure und Architekten-
<i>IoB.</i> Institution of Brewing (Journal).	Vereins.

AGRICULTURE

- Assurance contre les accidents agricoles.* *Ag.* 6 *Mai*, 691.
- Bétail.** Diphtérie aviaire. *Ap.* 4 *Mai*, 568.
— Race bovine d'Aure. *Ap.* 4 *Mai*, 576.
- Beurres.* Contrôle dans les Pays-Bas. *Ag.* 6 *Mai*, 692.
- Choux fourrager* (Fumure du). *Ap.* 27 *Avril*, 542.
- Cidre.* Préparation d'un moût de pommes stérile. *SNA. Mars*, 227, 275.
- Engrais.** Cyanamide de chaux, expériences culturales. *Ag.* 22 *Avril*, 618.
— Échantillonnage des engrais. *Ap.* 27 *Avril*, 533; 4 *Mai*, 565.
— Nitrate de chaux (Bellenoux). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1190.
— Eaux ammoniacales du gaz. *Ap.* 4 *Mai*, 578.
— Espèces minérales de la terre arable. Constitution. *SNA. Mars*, 287.
— Conservation des minéraux dans la terre arable (Cayeux). *CR.* 8 *Mai*, 1270.
— Engrais potassiques et racines fourragères. *Ag.* 6 *Mai*, 704.
- Gelées.* Pagoscope (Appareil indicateur des). *Ap.* 4 *Mai*, 580.
— Irrigation au Canada. *E'*. 12 *Mai*, 467.
- Grêle* (Tir contre la). *SNA. Mars*, 229.
- Lait.* Analyse rapide. *Ap.* 11 *Mai*, 600.
— Appareils pour le transport du lait. *Ap.* 11 *Mai*, 608.
— Recherche de la pureté (Trillat et Sau-ton). *CR.* 8 *Mai*, 1266.
- Machines agricoles** au concours de Paris en 1905. *Ap.* 20-27 *Avril*, 512, 543.
— Support de flèche de faucheuse. *Ap.* 4 *Mai*, 573.
- Noyer.* Sa culture. *SNA. Mars*, 265.
- Maïs vert* destiné à l'ensilage. Récolte rapide. *Ap.* 4 *Mai*, 566.
- Prairie* moderne en terre crayeuse. *Ap.* 27 *Avril*, 536.
— en terres sableuses. *Ap.* 11 *Mai*, 604.
— Purin dans les prairies permanentes. *Ag.* 13 *Mai*, 730.
- Pommier* (Hygiène du). *Ag.* 13 *Mai*, 735.
- Pommes de terre.* Culture à Lezardeau. *Ap.* 4 *Mai*, 569.
— de deuxième génération. *Ap.* 11 *Mai*, 598.

- Reboisement* des sols pauvres. Mise en valeur des friches communales de Haute-Marne. *Ap.* 11 *Mai*, 597.
- Tabac.* Ses exigences en principes fertilisants. *Ap.* 20-27 *Avril*, 507, 539; *SNA. Mars*, 245.
- Terres arables.* Analyse minéralogique (Dumont). *CR.* 17 *Avril*, 1111.
- Topinambour* (Fumure du). *Ap.* 27 *Avril*, 549.
- Vigne.** Pyrale et les insecticides. *Ap.* 20 *Avril*, 509.
— Causes du dépérissement des vignes greffées. *Ag.* 6 *Mai*, 695.
- Vins.* Fermentations secondaires. *Ap.* 11 *Mai*, 601.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** de l'Amérique du Sud. *E.* 28 *Avril*, 548.
— des États-Unis en 1904. *Rgc. Mai*, 350.
— africains. *Gc.* 29 *Avril*, 424.
— chinois. *E.* 12 *Mai*, 610.
— français. Rachat et ses conséquences. *Rso. Mai*, 704.
— (Comptabilité des) (Plant). *BCC. Mars*, 1337.
— de Kayes au Niger. *Gm. Avril*, 269.
— Électriques. Métropolitain de Paris. *Ac. Mai*, 73; *EE.* 22 *Avril*, 6-13 *Mai*, 86, 166, 211; *Re.* 30 *Avril*, 225. 15 *Mai*, 260.
— de Londres. *Rgc. Mai*, 365.
— La Valteline. *Gc.* 22 *Avril*, 401; *E'*. 5 *Mai*, 438.
— d'Amsterdam Harlem. *Rgc. Mai*, 356.
— En Italie, Allemagne, Autriche, Suisse (Tremontani). *BCC. Mars*, 1200. Amérique (Young). (*Id.*), 1529.
— Sur les lignes d'intérêt local. *Re.* 30 *Avril*, 246, 247.
- Éclairage, chauffage et ventilation* des trains en Europe (Banovits). *BCC. Mars*, 1439.
— électrique des trains (Valbreuze). *EE.* 13 *Mai*, 201.
- Locomotives** à grandes puissances en Amérique (Muhlfield). *BCC. Mars*, 1835.
— à l'Exposition de Saint-Louis. *VDI.* 6 *Mai*, 737; *Dp.* 6-13 *Mai*, 275, 289.
— Compound. 4 cylindres express Great-Northern Ry. *E.* 5 *Mai*, 585.

Locomotives. Chemins bavaïrois. *Rgc. Mai*. 367.

— récentes du Great Western. *E'*. 12 *Mai*, 467.

— Tender à 4 essieux couplés de la ceinture. *Rgc. Mai*, 312.

— Voie de 0^m,90 pour le Cavan and Leitzim Rr. *E*. 3 *Mai*, 572.

— Échappement annulaire Huguet. *Bam. Avril*, 446.

— Explosion de la gare Saint-Lazare. *E'*. 28 *Avril*, 421.

— Chargement des locomotives au dépôt de Berlin. *VDI*. 13 *Mai*, 783.

— Chaudière à tubes d'eau Robert. *AM. Mars*, 350.

— Surchauffeurs divers. *Pm. Mai*, 63. Emploi de la surchauffe (Strahl). *VOI*. 6-13 *Mai*, 717, 771.

— Réparations des locomotives aux États-Unis (Durée des). *Rgc. Mai*, 371.

Matériel roulant. Transformation sur les chemins de fer européens. *Ef*. 29 *Avril*, 609.

— Oscillation des véhicules à l'entrée et à la sortie des courbes (Marié). *CR*. 8 *Mai*, 1222.

— Capacité des wagons à marchandises. *Rgc. Mai*, 319.

Voie. Croisements perfectionnés (Bucholtz). *BCC. Mars*, 1311.

— Coin de coussinet David. *Bam. Avril*, 432.

— Traverses. Chantier de la Compagnie de l'Ouest, à Surdon. *Rgc. Mai*, 293.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles de course anglais. *Va*. 29 *Avril*. 263.

— Concours en Australie. *E'*. 12 *Mai*, 478.

— à pétrole. Cornilliau Sainte-Beuve. *Va*. 29 *Avril*, 257.

— — Renault de course. *Va*. 13 *Mai*, 291.

— — Mercédès de course. *Va*. 13 *Mai*, 297.

— Pneu. Protecteur Néron. *Va*. 6 *Mai*, 282.

— Roue élastique Guigner. *Va*. 6 *Mai*, 281.

— Suspension Tipps. *Va*. 29 *Avril*, 270.

Motocyclettes diverses. *Dp*. 29 *Avril*, 261; 6-16 *Mai*, 277, 297.

— Suspension « la Populaire ». *Va*. 13 *Mai*, 298.

Tramways.

— Électriques à Londres. *E'*. 12 *Mai*, 476.

— — Moteurs à collecteurs. Étude comparée (Latour). *EE*. 29 *Avril*, 125.

— — Congrès de Vienne. *Re*. 30 *Avril*, 243.

— — Contrôle des réseaux et entretien des fils de trolley. *Re*. 30 *Avril*, 248.

— — Protection des fils télégraphiques et téléphoniques. *Re*. 30 *Avril*, 249.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides arsénieux (Luminescence des) (Guinchant). *CR*. 17 *Avril*, 1101.

— sulfurique. Préparation des dissolutions étalons (North et Blakey). *Cs*. 29 *Avril*, 395. Réglage des volumes d'admission de vapeur aux chambres de plomb. (Coleman). *Cs*. 15 *Mai*, 482.

— oxalique. Nouvelle synthèse (Moissan). *CR*. 8 *Mai*, 1209.

Aconite. Nouveauréactif (Alvarez). *CN*. 20 *Avril*, 179.

Amidon (Transformation de l'amylocellulose en) (Roux). *ScP*. 20 *Avril*, 471.

Alcools dénaturés (Les) (Périssé). *Ic. Fér.*, 291.

— (Lampes à). *Dp*. 6-16 *Mai*, 284, 301.

— Industriels (Rapport de la commission anglaise). *Cs*. 29 *Avril*, 397, 426.

Antioxydants. Antioxydation des solutions de sulfite de sodium (Lumière et Sejewetz). *ScP*. 20 *Avril*, 444.

Brasserie. Divers. *Cs*. 29 *Avril*, 451. 15 *Mai*, 508.

Caoutchouc. Examen microscopique (Breuil). *CR*. 25 *Avril*, 1142.

Cellulose. Acétylisation Maroden. *MC. Avril*, 131.

Céramique. Couleurs au plomb. *Cs*. 15 *Mai*, 497.

Céruse. Détermination de l'acide nitrique dans la (Thompson). *Cs*. 15 *Mai*, 487.

Chaux et ciments. Divers. *Cs*. 15 *Mai*, 498. Fabrication du ciment portland aux États-Unis (Muller). *Le Ciment. Avril*, 53.

Chaux et lithine. Préparation d'un mélange isomorphe (Lebeau). *ScP*. 20 *Avril*, 410.

- Chaleur de combustion* des composés organiques et leur formule de constitution (Lemoult). *ACP. Mai*, 5.
- Combustion. Mécanisme de la* (Armstrong). *Cs.* 15 *Mai*, 473.
- Cryoscopie. Exactitude des mesures aux basses températures. Son importance* (Kamerling Onnes). *CN.* 20 *Avril*, 181.
- *Recherches aux basses températures* (Dewar). *CN.* 12 *Mai*, 216.
- Cæsium* (Amidure de) (Rengade). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1183.
- Combinaisons chimiques. Recherches* (Berthelot). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1153.
- Distillation des bois* (Industrie de la) (Muspratt). *Cs.* 29 *Avril*, 372.
- Eaux* (Purification des). *Cs.* 29 *Avril*, 392.
- Eau oxygénée à l'état naissant. Perborate de soude* (Jaubert). *RCP.* 29 *Avril*, 163.
- Égouts. Matières en suspension dans le sewage* (Fowler et Ardern). *Cs.* 15 *Mai*, 483.
- Essences et parfums. Essence d'Acore, de jasmin.* *MS. Mai*, 359, 326.
- *Essence de benoîte.* *Pe.* 16 *Mai*, 481.
- *Extraction des huiles essentielles des fleurs fraîches par des dissolvants volatils* (de Soden). (*Id.*), 369.
- *Divers.* *Cs.* 15-29 *Avril*, 345; 15 *Mai*, 511, 454.
- Explosifs. Essais des amorces* Browdson. *Cs.* 29 *Avril*, 381.
- *Vitesse de décomposition* (Obermuller). *Cs.* 15 *Avril*, 347.
- *Formation des éthers sulfuriques dans la nitrification de la cellulose. Influence sur la stabilité* (Hake et Lewis). *Cs.* 29 *Avril*, 374.
- Fermentations. Enzymes de la betterave.* *MS. Mai*, 369.
- *Progrès de la chimie et des industries de la fermentation dans ces trois dernières années* (Mohr). *MS. Mai*, 372.
- Gadoline. Spectre nouveau* (Urbain). *CR.* 8 *Mai*, 1233.
- Gaz liquéfiés. Chaleur de vaporisation* (Mathias). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1174.
- *poids moléculaires à partir de leurs densités* (Guye). *CR.* 8 *Mai*, 1241.
- Graisses et huiles. Divers.* *Cs.* 15-29 *Avril*, 337, 447.
- Huiles de graissage* (Essai des). *It.* 15 *Avril*, 133.
- *de lin. Recherche des impuretés dans l'huile de lin* (Halphen). *Cs.* 5 *Mai*, 571.
- Iodure de mercure. Action sur l'acide sulfurique et les sulfates de mercure* (Ditte). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1162.
- Laboratoire.** *Analyse des cacaos et chocolats. Emploi de centrifugeurs* (Bardas et Touplain). *CR.* 17 *Avril*, 1099.
- — *rapide du lait* (Bordas et Touplain). (*Id.*), 1099.
- *Méthodes uniformes d'analyse* (White). *Cs.* 29 *Avril*, 390.
- *Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Application pour en déceler des traces dans l'atmosphère* (Dejust). *CR.* 8 *Mai*, 1250.
- *Dosage de petites quantités de fers* (Leather). *Cs.* 29 *Avril*, 385.
- — *du potassium. Nouveau réactif* (Alvarez). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1186.
- — *de CO² en présence du chlore* (Schlotter). *CN.* 12 *Mai*, 215.
- — *rapide des halogènes dans les corps inorganiques par le peroxyde de sodium* (Pringsheim). *CN.* 12 *Mai*, 215.
- *Recherche et caractérisation des sels de sodium. Modification du réactif de Frémy* (Bougault). *Pe.* 1^{er} *Mai*, 437.
- *Chauffage dans le vide à température constante. Appareil* Hodgkinson et Corte. *CN.* 28 *Avril*, 194.
- *Divers.* *Cs.* 15 *Avril*, 349; 15 *Mai*, 513.
- *Laboratoire de métallurgie* (Notes sur un) (Howe). *Ru. Mars*, 262.
- — *de physico-chimie de l'École des mines de Berlin* (*Société d'Encouragement de Berlin*). *Avril*, 111.
- *Transformation des oxydes et des sels métalliques oxygénés en chlorures anhydres. Application à l'analyse* (Matignon et Bourion). *ACP. Mai*, 127.
- *Outils pour essayage.* *Eam.* 20 *Avril*, 757.
- *Tubes en silice fondue. Perméabilité* (Berthelot). *CR.* 1^{er} *Mai*, 1159. (Belloc). *CR.* 8 *Mai*, 1253.
- Manomètre absolu* Pérot. *Ri.* 13 *Mai*, 188.

Néon et hélium dans l'atmosphère (Détermination de l') (Ramsay). *CN.* 5 Mai, 203.

Optique. Verre de lunette bifocal Boosh. *Fi.* Avril, 213.

— Transparence du cuivre pour les rayons visibles (Javal). *ACP.* Mai, 137.

— Application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielles (Fabry). *CR.* 25 Avril, 1136.

Osmium. Nouveau composé (Alvarez). *CR.* 8 Mai, 1234.

Ozone. Appareil Breydel. *EE.* 29 Avril, 141.

Papier. Divers. *Cs.* 15 Avril, 343; 29 Avril, 433.

— de paille au sulfite Dietz. *ZaC.* 28 Avril, 648.

Poids atomiques. Douzième rapport du comité (Clarke). *CN.* 12 Mai, 219.

Radium et radio-activité (Besson). *Ic.* Fév., 247.

Résines et vernis. Divers. *Cs.* 29 Avril, 449.

Rhodium (Réaction des composés du) et son emploi dans les analyses (Alvarez). *CN.* 12 Mai, 216.

Saccharification par le malt des amidons artificiels (Roux). *CR.* 8 Mai, 1239.

Soie naturelle. Imitations diverses (Bernard). *MS.* Mai, 321, 330; *Gc.* 22 Avril, 406.

Savons (Recherche du silicate de soude dans les). *Pc.* 16 Mai, 496.

Strontium, Ammonium (Røderer). *CR.* 8 Mai, 1232.

Sucrerie. Divers. *Cs.* 15 Avril, 330.

Sulfate plombo-potassique défini (Belton). *CN.* 28 Avril, 191.

Terres rares. Préparation des chlorures anhydres (Matignon). *CR.* 1^{er} Mai, 1179.

Tannerie. Divers. *Cs.* 15 Avril, 338.

— rapide des cuirs (Clafin). *Cs.* 29 Avril, 387.

— État actuel de l'industrie. *Rt.* 10 Avril, 283.

Teinture. Noir d'aniline sur laine (Prudhomme). *MC.* 1^{er} Mai, 121.

— Teinture des écheveaux en nappes (Picque, Destrei). *MC.* 1^{er} Mai, 124.

— Action de l'aldéhyde formique et au bisulfite de soude sur les diamines (Prudhomme). *SiM.* Janv., 43, 45.

— Couleurs nouvelles. *MC.* 1^{er} Mai, 126.

— Étoffes gommées. Fabrication (*id.*), 138.

Teinture. Effets de crépons sur tissus de soie. (*id.*), 141.

— Machines à teindre Keukelare et Détré. (*id.*), 148.

— Procédé de fixation des colorants directs en impression (Wilhelm). *SiM.* Janv., 46.

— Essai de l'indigo. Nouvelle méthode (Grossmann). *Cs.* 15 Avril, 308.

— Noir au campêche imprimé sur naphtholate de soude (Wicktoroff). *SiM.* Janv., 49, 52.

— Divers. *Cs.* 15-29 Avril, 326, 329, 433, 439. 15 Mai, 493, 495.

Thermométrie. Indication méthodique des températures (Baty). *Cs.* 15 Avril, 307.

Thorium (Examen spectral de quelques préparations du) (Eberhard). *CN.* 20 Avril, 179.

Vanadium. Dosage. Application aux produits métallurgiques (Campagne). *MS.* Mai, 333.

Verres. Action de l'ultra-violet (Hahn). *CN.* 28 Avril, 193.

— Colorés. Recherches (Legrenier). *CN.* 3 Mai, 207.

Viscose et soie de viscose. *Gc.* 22 Avril, 406.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Argentine. Recensement de Buenos-Ayres. *Ef.* 29 Avril, 602.

Australasie (Manufactures de l') (W. James). *SA.* 21 Avril, 597.

Angleterre. Budget de 1905, 440.

Ateliers de famille à Nuremberg. *Ef.* 13 Mai, 682.

Comités de salaires dans les mines anglaises (Raynaud). *Musée Social,* Avril.

Coton. Industrie dans l'Extrême-Orient. *E.* 28 Avril, 346.

Discipline dans l'industrie. *Ef.* 22 Avril, 553.

États-Unis. Commerce des. *E.* 28 Avril, 529.
— Commerce extérieur et circulation monétaire. *SL.* Avril, 457.

France. Progression fatale des dépenses publiques. *Ef.* 6 Mai, 635.

— Caisses d'épargne en 1903. *SL.* Avril, 404, 420.

— Budget de 1905 (*id.*), 341.

— Commerce extérieur (*id.*), 402.

- Hongrie*. Situation économique. *Ef.* 29 *Avril*, 599.
- Inde*. États du Shan (Scott). *SA.* 28 *Avril*, 623.
- Grèves en Pologne. *RSo.* 16 *Mai*, 797.
 - Éducation et ingéniorat dans l'Inde. *E.* 5 *Mai*, 579.
 - Institutions de prévoyance des chemins de fer (Lemercier Rubenack). *Bce.* *Avril*, 1599, 1853.
- Jute*. Industrie dans l'Inde. *E.* 12 *Mai*, 611.
- Mutualité et retraites ouvrières* (Bellom). *RSo.* 16 *Mai*, 749.
- Maroc* (Question du). *Ef.* 29 *Avril*, 593; 13 *Mai*, 673.
- Production décentralisatrice* en Belgique. *RSo.* 5-16 *Mai*, 687, 759.
- Prudhommes* (Réformes des conseils de). *Ef.* 29 *Avril*, 597.
- Syndicats ouvriers et liberté du travail* aux États-Unis. *Ef.* 22 *Avril*, 556.
- Textiles*. Industries textiles et la législation. *Ef.* 6 *Mai*, 640.
- Industries du vêtement en 1903. *It.* 15 *Avril*, 153.
- Transvaal*. Nouvelle constitution. *Ef.* 6 *Mai*, 640.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Barrage du Nil* (Stabilité du). *Ef.* 5 *Mai*, 454.
- de maçonnerie dissymétrique. Théorie (Unwin). *E.* 12 *Mai*, 593, 615.
- Ciment armé* (le). *E.* 28 *Avril*, 545.
- (Arc Luten en). *Ef.* 12 *Mai*, 473.
 - Résistance comparée des dalles en ciment armé à prix constants. *Gm.* *Avril*, 307.
 - Réservoirs des chemins de fer russes. *Ac.* *Mai*, 66.
- Évacuation des matières de vidange*. *Gc.* 6-16 *Mai*, 9, 25.
- Cheminées d'usine* (Redressement des). *Ac.* *Mai*, 77.
- Guyane française*. Travaux publics en 1903 (Deydier). *It.* *Février*, 207.
- Emploi du bronze* dans les monuments (Gardner). *SA.* 12 *Mai*, 666.
- Incendies*. Services continentaux. *E.* 5-12 *Mai*, 563-595.
- Murs de quai* à Nice et à Cannes. *APC.* 1905 (n° 4).

- Ponts* de Hama à Stettin. *VDI.* 29 *Avril*, 677.
- Pont suspendu. Système Gesclard. *APC.* 1905, n° 7.
 - Pour voies ferrées (Arnodin), (*id.*), n° 8.
 - d'Austerlitz pour le métropolitain. *Gc.* 29 *Avril*, 417.
 - transbordeur sur la Mersey. *Ef.* 5 *Mai*, 444.
 - à bascule Scherzer. *E.* 12 *Mai*, 604.
 - en ciment, de Kinclaven. *E.* 12 *Mai*, 617.
 - Ponts en arc et ponts suspendus. Calcul (Considère). *APC.* 1905, n° 6.
- Théâtre de Buenos-Ayres*. Reconstruction sans interrompre les représentations. *Gc.* 13 *Mai*, 17.
- Voûtes biaises*. Application des joints secs (Therel). *APC.* 1905, n° 5.
- Tunnel du Simplon*. *Ef.* 12 *Mai*, 469.

ÉLECTRICITÉ

- Accumulateurs*. Emploi des lessives alcalines dans l'accumulateur nickel-fer (Schoop et Liagre). *EC.* 29 *Avril*, 121.
- divers. *Re.* 30 *Avril*, 233.
 - Triebelhorn. *Elé.* 13 *Mai*, 289. Schmitt. Edison. *Re.* 15 *Mai*, 257, 267.
- Câbles*. Joints divers. *Pm.* *Mai*, 79.
- Distribution*. Inspection au point de vue des incendies (Deveraux). *Fi.* *Avril*, 299.
- Tensions et courants dans les réseaux fermés (Feldmann). *Re.* 30 *Avril*, 235.
 - Résistance des fils aux courants de hautes fréquences (Broca et Turchini). *CR.* 8 *Mai*, 1238.
 - Sécurité sur les longues lignes à hautes tensions. *It.* 25 *Avril*, 177.
 - Phénomènes oscillatoires des réseaux. Influence des propriétés de l'arc électrique (Blondel). *Sic.* *Avril*, 299.
- Dynamos*. Alternateurs en parallèle (commande des) par machine à vapeur (Holtre). *EE.* 29 *Avril*, 147.
- Les turbo-dynamos (Nielhammer). *VDI.* 13 *Mai*, 762.
 - pertes par courants de Foucault dans les masses polaires pleines. (Rudenberg). *EE.* 6 *Mai*, 186.
 - dans le fer induit des dynamos continues (Picou). (*id.*), 189.

Dynamos. Lignes de force dans les armatures dentées. *E.* 6 Mai, 190.

- Calcul de — dans les moteurs triphasés (Pichelmayer). *EE.* 13 Mai, 234.

Moteurs à collecteurs. *EE.* 29 Avril, 125.

Éclairage. Lampe à arc en vase clos Hinstin. *Ri.* 13 Mai, 181.

Incandescence. Lampe à 110 et 120 volts. Essais à l'usine municipale des Halles (Lauriol). *Sie.* Avril, 269. A'mercure Cooper Hewett (Leblanc). *Ré.* 15 Mai, 271.

Électro-chimie. Four électrique, son origine, ses transformations et ses applications (Minet). *MS.* Mai, 331.

- Divers. *Cs.* 29 Avril, 445; 15 Mai, 503.
- Progrès récents (Chaumat). *Re.* 15 Mai, 282.

- Tôles galvanisées (propriétés des). *Elé.* 13 Mai, 295.

Électrons (Théorie des), et magnétisme (Langevin). *ACP.* Mai, 70.

Étincelles oscillantes. Méthode simple d'études. (Hemsalech). *CR.* 17 Avril, 1103.

Industrie électrique allemande en 1904. *Elé.* 29 Avril, 265.

Isolants à haute tension (Crappier). *E.* 5 Mai, 568.

Mesures relatives à des courants polyphasés. *Ie.* 10 Mai, 197.

- Application de la méthode des deux wattmètres à des courants triphasés de forme quelconque (Legros). *EE.* 22 Avril, 81.

- Emploi du cohéreur pour la mesure des constantes diélectriques (Scherr). *EE.* 22 Avril, 116.

- Emploi du détecteur électrolytique dans le pont (Nerst et von Lerch) (*id.*) 116.

- Unités pratiques absolues, système de M. Georgi. *Ie.* 25 Avril, 173.

- Ampèremètre pour courants à haute tension. *Ie.* 25 Avril, 174. Thermique Breguet. *Ie.* 10 Mai, 201.

- Éléments étalons (Hulett et Carhart). *RE.* 6 Mai, 200.

- Compteur électrolytique Wright. *Ie.* 10 Mai, 205.

- Wattmètre enregistreur Olivelli. *Elé.* 6 Mai, 285.

- Ohmmètre « le Megger », Evershed et Vignolles). *Elé.* 13 Mai, 292.

Tome 107. — Mai 1905.

Parafoudres (Installation des) (Mosciki et Waeber). *EE.* 29 Avril, 133.

Redresseurs électrolytiques. Recherches expérimentales (Nodon). *EE.* 29 Avril, 157.

Stations centrales de Bernau sur l'Aar. *Elé.* 22 Avril, 241. (Évolution des) (Janet). *Re.* 15 Mai, 263.

Télégraphie sous-marine. Capacité des grands câbles. *Elé.* 22 Avril, 243.

- sans fil et sélénium. *Elé.* 29 Avril, 257.

- Possibilité d'accorder un récepteur de télégraphie sans fil sur les deux longueurs d'onde d'un transmetteur (Seibt). *EE.* 22 Avril, 111.

- Interférence en télégraphie sans fil. *EE.* 6 Mai, 190.

- Cohéreurs autodécohéreurs. *Elé.* 6 Mai, 277.

- Mesures de l'absorption des ondes électriques (Otto Berg). *EE.* 22 Avril, 115.

- Expériences de M. Arton. *Elé.* 22 Avril, 249.

Téléphonie. Courants de haute fréquence et téléphonie sans fil (Ancel). *IC.* Fév., 276.

HYDRAULIQUE

Aqueduc de Forresdale. Eaux de Philadelphie. *Fi.* Avril, 241.

Eaux. Bassins filtrants à sable fin (Bechmann). *ACP.* 1905, n° 9.

Ouvrages en maçonneries. Viaducs et barrages; effets des dilatations (Bouffet). *ACP.* 1905, n° 12.

Pompes centrifuges, théorie et emploi dans les ports et dragages (Rousselet). *Bam.* Avril, 351.

Puits artésien de la Butte-aux-Cailles (Geslain). *APC.* 1905, n° 10.

Renflouement des navires. *Ge.* 22 Avril, 409.

Routes. Goudronnage et westrumitage, expériences (Soubzmaigne). *APC.* 1905, n° 14.

MARINE, NAVIGATION

Canal de Panama (historique). *Ge.* 6-13 Mai 1-19.

- Élévateurs de bateaux. Concours de Vienne. *APC.* 1905, n° 15.

- Construction navale.** Facteurs de sécurité dans les (Seaton). *E.* 28 Avril, 557.
 — Atténuation des vibrations (Mallock). *E'*. 28 Avril, 419.
 — Corrosion du cuivre à l'eau de mer. *E'*. 5 Mai, 442.
Erosion des côtes. *E.* 5 Mai, 561.
hélice (L'). *E'*. 28 Avril, 428.
 — Gouvernail de la General Electric. *Va.* 5 Mai, 184. Siemens. *Elé.* 6 Mai, 282.
Machines marines (Variation de vitesses des). *E'*. 28 Avril, 418.
 — Observations microscopiques sur les accidents des (Andrews). *E.* 5 Mai, 563.
 — Machine du croiseur « Dupetit-Thouars ». *E.* 12 Mai, 603.
Marine de guerre anglaise. Essai des croiseurs *Antrim* et *Devonshire*. *E.* 28 Avril, 550.
 — — Russe. Navire hôpital de la flotte volontaire. *E.* 28 Avril, 553; 5 Mai, 590.
 — Blindages. Essais de plaques Vickers. *E.* 28 Avril, 539.
 — Artillerie. *E.* 5 Mai, 577.
Navires à flottaison cellulaire (Principe des). (Bertin). *CR.* 17 Avril, 1077.
 — pour rivière Naparima. *E.* 28 Avril, 538.
 — à roues pour le London county Council, *E.* 5 Mai, 573.
Phares (Éclairage électrique des). *E'*. 5 Mai, 449.
 — Oscillations des (Ribiere). *APC.* 1905, n° 3.
- MÉCANIQUE GÉNÉRALE**
- Aviation.** Théorie et imitation du vol à voile. (Barin). *CR.* 17 Avril, 1906.
 — dynamique de l'aéroplane (Vallier). *RM.* Avril, 323.
Broyeurs à billes (Action des). *E.* 28 Avril, 549.
Compresseurs Alley et Mac Lellan. *Ri.* 6 Mai, 473.
 — Soupapes de (Strnad). *VDI.* 29 Avril, 691.
Chaudières.
Foyers (Action de l'huile sur les) (Morison). *E.* 5-12 Mai, 586, 619.
Foyers. Mécanisme de la combustion (Armstrong). *Cs.* 15 Mai, 473.
 — à charbon pulvérisé (Carey). *Cs.* 29 Avril, 369.
 — à tourbe. *E.* 12 Mai, 605.
Embrayages Gilardoni et de Guiche. *CR.* 25 Avril, 1132.
 — Loria. *Pm.* Mai, 74.
Engrenages. Anglemètre Wilson. *AMa.* 29 Avril, 479.
 — (Tracé des). *Dp.* 6 Mai, 275.
 — Formules de pignons coniques. *AMa.* 29 Avril, 487.
Indicateur double Mac Innes. *E.* 28 Avril, 536.
Filetages étalons. *E'*. 12 Mai, 476.
Graissage. Estimation des lubrifiants, spécialement des huiles de cylindres (Richardson et Hanson). *Cc.* 15 Avril, 315.
 — Essai des huiles. *It.* 15 Avril, 133; *ZaC.* 12 Mai, 726.
Laboratoires techniques américains (Gramberg). *VDI.* 22 Avril, 638.
 — de mécanique de l'Ecole des Mines de Paris. *La Nature*, 29 Avril, 348.
Levage. Transporteur électrique pour lettres Monnier. *EE.* 6 Mai, 182.
 — palan électrique Kramos. *E.* 12 Mai, 602.
 — pont roulant électrique de 100 tonnes Broadbent. *Gc.* 13 Mai, 24.
Machines-outils (Nouvelles). *VDI.* 22 Avril, 657.
 — Ateliers des Sandycroft. *E'*. 5-12 Mai, 440, 472. d'Oerlikon. *AMa.* 13 Fév. 550. Tenue du magasin (Henu). *EM.* Mai, 196.
 — Machines-outils modernes (Nicholson et Smith). *E'*. 28 Avril; 5-12 Mai, 413, 437, 463.
 — commandées par dynamos. *AMa.* 13 Mai, 543.
 — Affûteuse pour forets. Schmaltz. *VDI.* 29 Avril, 701.
 — Cames (tracé des) (Smith). *AMa.* 29 Avril, 484; 6-13 Mai, 516, 528, 554. Linfest (*id.*), 494.
 — Filière Helios. *E'*. 12 Mai, 480.
 — Fraiseuse horizontale Ernault. *Ri.* 22 Avril, 153.
 — à deux fraises. *AMa.* 29 Avril, 491.

Machines-outils. Poupée diviseuse Cincinnati. *Ri.* 29. *Avril*, 161.

— Mortaiseuse à vis de 1^m, 20 Shanks *E'*. 5 *Mai*, 572.

— Perceuses radiales pour tôles et poutres Asquith. *E.* 28 *Avril*, 537.

— Pignons, machine Lejeune à arrondir les dents. *RM.* *Mai*, 376.

— Tour revolver automatique. Avantages. *AMa.* 6 *Mars*, 513.

Mécanismes articulés du second ordre. Théorie (Torko). *Société d'Encouragement de Berlin.* *Avril*, 183.

Moteurs à vapeur à l'Exposition de Saint-Louis. *RM.* *Avril*, 382, 400.

— De 6000 chevaux de la Wallsend Slipway Co. *E.* 28 *Avril*, 539.

— Rapides Mathews et Yates. *Ri.* 29 *Avril*, 163. Belliss et Morcom Browett et Lindley, Reavell, Botherhood, Allen. *RM.* 400, 408.

— Théorie et diagrammes (Blaefs). *VDI.* 29 *Avril*, 697.

— Essais sur les enveloppes et les fuites aux tiroirs (Capper). *RM.* *Mai*, 348, 375.

— Demi-fixe Woolf à vapeur surchauffée. Essais Guterthuth. *RM.* *Avril*, 332, 347.

— Condenseurs (Effet du vide sur l'économie des) (Neilson). *EM.* *Mai*, 230.

— Diagrammes. Effets des indicateurs (Savoy). *E.* 12 *Mai*, 595.

— — à gaz Stolz. *Elé.* 6 *Mai*, 373; Labre. *Va.* 13 *Mai*, 300.

— — Grands moteurs (Riedler). *RdM.* *Mai*, 368.

— — Théorie (Merigeault). *AM.* *Fév.*, 153.

— — Avec injection d'eau. *Va.* 13 *Mai*, 289.

— — Pour souffleries de hauts fourneaux. *E'*. 5 *Mai*, 457. Foos. *Ri.* 22 *Avril*, 154. Cail. 1200 ch. *Ri.* 29 *Avril*, 163.

— — Allumage. *Ri.* 22-29 *Avril*; 6-13 *Mai*, 256, 165, 175, 182.

— — Gazogènes à aspiration. *E'*. 28 *Avril*, 420; *EM.* *Mai*, 185. Essais (de), (*id.*), 211.

A pétrole. Endelin. *Va.* 6 *Mai*, 283.

— — Carburateur Hennebutte. *Va.* 22 *Avril*, 241. Renault. *Vc.* 6 *Mai*, 276.

Roulements sur billes (Résistance des). Essais (Gegauf). *SiM.* *Janv.*, 20.

Textiles. Mousselines façonnées. *It.* 15 *Avril*, 141.

Marche de la navette au métier à tisser, (*id.*), 147.

Ventilateurs Suntevant. Essais. *RM.* *Avril*, 379.

MÉTALLURGIE

Argent. Coupellation et rochage. *Eam.* *Avril*, 708.

Cuivre. Cyanuration ammoniacale. *Eam.* 27 *Avril*, 802.

— Production mondiale. *Eam.* 37 *Avril*, 811.

— Raffinage électrolytique aux États-Unis. *Pm.* *Mai*, 75.

Fer et acier en Lorraine et Luxembourg. *SuE.* 1^{er} *Mai*, 528.

— Constitution (des) (Heym). *IaS.* *Mai*, 407.

— Électrometallurgie (des) (Wedding). *Société d'Encouragement de Berlin.* *Avril*, 80, *SuE.* 1^{er} *Mai*, 536.

— Acier coulé (Fabrication des pièces en) (Weyland). *Ru.* *Mars*, 251.

— Aciers ternaires; propriétés et classification (Guillet). *RdM.* *Mai*, 250.

— Aciérie des Cargo Fleet Works. *E'*. 12 *Mai*, 465.

— Emploi de l'électricité dans les aciéries. *E'*. 28 *Avril*, 416, *SuE.* 1^{er} *Mai*, 513.

— Constituants des aciers. Projet de recherches par une commission internationale. *RM.* *Mai*, 1905.

— Ferro-manganèse, composition des scories de sa fabrication (Whitman). *CN.* 5 *Mai*, 205.

— Fonderie de Sandycroft. *E'*. 5 *Mai*, 440.

— Hauts fourneaux. Machine soufflante des usines Acklam. *Gc.* 6 *Mai*, 8.

— — Refroidissement du creuset (Baker). *IaS.* *Mai*, 401. (Zone chaude des) (Schraml). *SuE.* 15 *Mai*, 581.

— — Américains. *SuE.* 1^{er} *Mai*, 523.

— — Séchage frigorifique du vent. *RdM.* *Mai*, 269.

— — Principes du fonctionnement (Uehling). *IaS.* *Mai*, 418.

Fer et acier. Laminaires. Tracé des cannelures. *SuE.* 13 Mai, 590.

— Sidérurgie de l'Est et l'exportation (Bailly). *RdM.* Mai, 335.

Gazogènes (Clapets de). *VDI.* 22 Avril, 645.

Or. Cyanuration, étude rétrospective (Mac Arthur). *Cs.* 15 Avril, 311.

— Dans le Sud des États-Unis. *Eam.* 13 Avril, 705.

— Précipitation des dissolutions cyanurées. *Eam.* 20 Avril, 752.

Plomb et zinc. Traitement des minerais mixtes sulfurés; procédé Potter. *Gc.* 29 Avril, 423.

MINES

Asturies. Industries minières et métallurgiques (Nicou et Schlumberger). *AM.* Fév., 203.

Belgique. Législation minière nouvelle. *Ef.* 29 Avril, 595.

États-Unis. Statistique minérale du Wyoming. *Eam.* 13 Avril, 705.

Étain en Californie. *Eam.* 4 Mai, 852.

Extraction. Fermeture des cages (Delafond). *AM.* Fév., 143.

— Types de basculeurs. *Eam.* 13 Avril, 702.

— Câbles trop forts. *Eam.* 29 Avril, 803.

Fer. Gisement de Mesabi. *Eam.* 13 Avril, 698.

Forage difficile au diamant. *Eam.* 4 Mai, 848.

Houillères. Grisou; avertisseur. Hauger et Percheux. *CR.* 17 Avril, 1100.

— Anglaises (Rapport de la commission royale sur les ressources des). *Ru.* Mars, 308.

— Lignite dans l'Allemagne centrale (Schiebauer). *ZaC.* 5 Mai, 689.

— Formation charbonneuse supracrétacée des Balkans (De Launay, Douvillé, Zeiller). *AM.* Mars, 271, 326.

— Conveyeurs en longues tailles. *Eam.* 4 Mai, 853.

Lampes de sûreté en Belgique. *Eam.* 20 Avril, 746.

Or. Alluvions aurifères du Yukon (Obalski). *Revue Scientifique*, 13 Mai, 384.

— Gisements de la Guyane Française (Bordeaux). *Ru.* Mars, 225.

— District de Sahuayacan (Mexique). *Eam.* 20 Avril, 749.

— Prix de l'extraction en Australie. *Eam.* 29 Avril, 804.

Préparation mécanique à Camp Bird. *Eam.* 4 Mai, 850.

— Trieur Wetherill. *VDI.* 29 Avril, 704.

— — Electrique. *SuE.* 1^{er} Mai, 532.

— Tamis et tamiseurs. *Eam.* 4 Mai, 844.

Roulage. Types de wagonnets. *Eam.* 27 Avril, 795.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT présenté par **M. A. Moreau**, au nom du *Comité des Constructions et Beaux-Arts*, sur le *Ruberoïd*.

Le produit appelé *Ruberoïd*, qui vient d'être soumis à l'examen de notre Commission de Construction et Beaux-Arts, est d'importation américaine. C'est un feutre de paille et de lin imbibé d'un produit spécial, dont la composition reste secrète, et enduit sur ses deux faces d'une dissolution plus concentrée de la même substance.

Cette armature le garantit des effets de l'air extérieur et par suite, des intempéries, gelée, etc., l'empêche de se dessécher outre mesure, et lui conserve sa souplesse et son élasticité.

Le ruberoïd est livré au commerce sous la forme commode de rouleaux de 21 mètres de long sur 0^m.93, de large (3 pieds anglais), avec une épaisseur variant de 1/2 à 2,5 millimètres.

Ces rouleaux pèsent de 27 à 51 kilogrammes et coûtent de 33 fr. 60 à 71 fr. 40; ce qui met le poids du mètre carré de 1^{kil}.41 à 2^{kil}.66 et son prix de 1 fr. 75 à 3 fr. 75.

Cette disposition en rouleaux le rend d'une application très facile, et son faible poids permet de réaliser des économies importantes sur les charpentes destinées à le supporter.

Outre qu'il est imperméable à l'air et à l'eau, il est inattaquable par les acides et les alcalis, mauvais conducteur de la chaleur, et particulièrement antiseptique.

Il en résulte qu'il s'applique avantageusement aux couvertures inclinées comme aux terrasses, aux revêtements des fondations et parois exposés à l'humidité, aux locaux que l'on veut isoler et préserver des changements de température, etc.

La pose du ruberoïd, à laquelle nous avons assisté, se fait sur une toiture ou une terrasse exactement d'après les mêmes principes que celle du zinc. Il faut un lattis jointif pour la toiture inclinée, et une aire en plâtre bien dressée, munie d'une légère pente, sur les terrasses.

Les feuilles déroulées sont clouées sur une seule bordure et laissées libres sur l'autre; elles sont, sur cette dernière, simplement collées à la feuille adjacente sur laquelle elles débordent légèrement, au moyen d'un produit liquide spécial portant le nom de *Rubérine*, qui est insensible à une température de 177 degrés.

Il faut éviter de laisser dépasser les têtes des clous qui pourraient percer la feuille superposée, et, pour le même motif, de marcher sur la toiture avec des chaussures ferrées. Les clous doivent être enduits de rubérine afin d'éviter leur oxydation. Le plus souvent, dans les terrasses, on complète l'installation en répandant sur le ruberoïd posé une couche de 0^m.05 de gravillon.

Dans les toitures inclinées, le produit doit forcément rester à nu, et là se pose, comme pour tous les produits analogues : carton bitumé, goudronné, volcanique, etc., la question de combustibilité.

Il résulte, de nombreuses attestations paraissant dignes de foi, que ce produit serait un peu moins dangereux, au point de vue de l'incendie, que les analogues. Il résulte d'expériences personnelles, que nous avons faites, il est vrai, à très petite échelle, que ce produit brûle sous l'effet d'une flamme. Mais un corps incandescent le détériore sans l'enflammer et s'éteint lui-même au bout de peu de temps, par suite du refroidissement important qu'il subit et des vapeurs non comburantes qui se dégagent du ruberoïd sous l'effet de la haute température.

Il y aurait donc là un certain progrès.

Enfin, ce produit n'exige que peu d'entretien et aurait une assez longue durée.

En résumé, le ruberoïd paraît avoir réalisé un pas en avant dans la série des produits similaires et utilisables dans les constructions provisoires ou en bois, et votre Comité de Constructions et Beaux-Arts vous propose de remercier la Société de l'Industrie Internationale de sa communication, qui est de nature à intéresser les personnes recherchant des couvertures et revêtements économiques, légers et imperméables. Elle vous propose, en outre, l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

AUGUSTE MOREAU, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 9 juin 1905.

ARTS MÉCANIQUES

UNIFICATION DES FILETAGES

PROJET D'EXTENSION DU SYSTÈME INTERNATIONAL AUX VIS DE DIAMÈTRE
INFÉRIEUR A 6 MILLIMÈTRES

Comme suite à la note publiée, sous ce titre, dans le *Bulletin* de septembre 1904, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a reçu, au sujet de la question de l'unification des filetages des vis de petit diamètre, un certain nombre d'observations et de propositions de la part d'administrations, d'institutions ou de personnes que cette question intéresse.

Elle a chargé une Commission, prise dans le sein de son Conseil (1), de procéder à un premier examen de ces propositions, afin d'en préparer un résumé et d'en tirer, s'il y a lieu, les conclusions qui pourraient être présentées, au nom de la Société, lors de la réunion des intéressés qu'elle compte provoquer à bref délai. Elle a pensé que l'on pourrait ainsi plus facilement arriver à formuler des propositions susceptibles de servir ultérieurement de base à une entente internationale.

On a reproduit, ci-dessous, le rapport de cette commission en y annexant des extraits ou des résumés des principaux avis reçus. Il aboutit à des conclusions qui paraissent susceptibles de donner satisfaction aux principaux *desiderata* exprimés par les constructeurs et les industriels intéressés.

On a, en outre, pour compléter les documents déjà publiés dans le *Bulletin* sur cette question, donné la reproduction *in extenso* de la note de M. le général Sebert au sujet du premier rapport présenté par M. Zetter au Syndicat des industries électriques, note qui se trouvait annexée, sous le numéro 1, au dossier communiqué par M. E. Sartiaux.

On y a joint la traduction du Rapport présenté en 1884 à l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences et concluant à l'adoption de la série Thury, traduction qui accompagnait cette note, et on a reproduit aussi, à la suite,

(1) Cette commission comprend, pour le Comité des Arts économiques : M. le général Sebert et M. Carpentier et pour le Comité des Arts mécaniques : M. Sauvage et M. Masson. MM. E. Sartiaux et Zetter ont bien voulu s'adjoindre à elle, au nom du Syndicat des industries électriques, dont l'initiative a provoqué la mise à l'étude de la question.

les renseignements qui y étaient joints également sur les vis employées par les Chantiers de la Seyne et sur les vis de la Maison Carpentier ou série au pas Baudot.

Le *Bulletin* a, d'autre part, déjà reproduit le projet d'instruction de M. le directeur des Constructions navales Berrier-Fontaine, qui formait le quatrième document accompagnant cette note. (Voir *Bulletin* de février 1904, p. 154.)

Il convient enfin de mentionner encore les propositions d'un ordre plus général faites par M. Aubaile et publiées par lui dans le *Bulletin* technologique de la Société des anciens élèves des Écoles d'Arts et Métiers, propositions qui n'ont pas pu être prises en considération, car elles feraient table rase du système international adopté en 1898 pour arriver à la création d'un nouveau système universel, s'appliquant aux filetages des vis de toute espèce, y compris les filetages sur tubes.

RAPPORT DE LA COMMISSION NOMMÉE POUR L'ÉTUDE DU PROJET D'EXTENSION DU
SYSTÈME INTERNATIONAL DE FILETAGE AUX VIS DE PETIT DIAMÈTRE

A la suite de la distribution de la brochure renfermant les propositions de la Chambre syndicale des industries électriques, pour arriver à l'unification des filetages pour les vis de diamètre inférieur à 6 millimètres, diverses observations sérieuses sont parvenues à la Société d'Encouragement, par voies écrite (1) et orale, et leur comparaison a mis tout d'abord en lumière certaines critiques visant les propositions de la Chambre syndicale, critiques qui peuvent se résumer ainsi :

1^o la série de la Chambre syndicale ne descend pas assez bas dans l'échelle des diamètres;

2^o la dualité de pas, admise pour certains diamètres, prive cette série du caractère de simplicité que doit revêtir un système aspirant à devenir universel;

3^o La valeur que cette série semble tirer du fait qu'elle serait adoptée déjà (pour les pas fins), par l'Administration des Postes et des Télégraphes français, n'est pas intégrale.

En effet, M. Carpentier, membre de la Commission de la Société d'Encouragement, a indiqué que la série Baudot, en usage à l'administration des Télégraphes, diffère un peu de la série à laquelle on a donné son nom; la série Baudot (établie vers 1880 dans les ateliers Carpentier) contenait quelques anomalies, et c'est en vue de sa rectification qu'a été créée la série dite « série Carpentier »; mais cette dernière ne s'est pas encore

(1) Voir ci-après la reproduction de ces documents.

introduite, réglementairement, dans l'administration des Télégraphes ;

4° Le raccord de la série syndicale et de la série internationale, sur le diamètre de 6 millimètres, présente une brisure que mettent en évidence les graphiques de ces deux séries juxtaposées. (Voir ces graphiques *Bulletin* de juin 1894 et *Bulletin* de septembre 1904.)

5° L'allure de la série syndicale qui possède autant de pas que de diamètres, diffère notablement de l'allure de la série internationale qui possède plusieurs diamètres pour le même pas. La parenté de ces deux séries, conçues pour être le prolongement l'une de l'autre, s'en trouve altérée.

Frappée par les considérations qui précèdent, la Commission de la Société d'Encouragement a tiré, des diverses propositions qu'elle a eu à examiner, les conclusions suivantes :

Diamètres et pas des vis.

Il y a lieu d'adopter, entre les diamètres de 1 millimètre et 5,5 millimètres inclusivement, 12 vis dont on a indiqué, ci-dessous, la liste avec les pas correspondants :

Diamètres. . .	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas.		0,25		0,35		0,45		0,60		0,75		0,90

Pour se représenter exactement le caractère de cette série, il convient de considérer le graphique (fig. 1) qui la figure, en prolongement de celui de la première série internationale. Cet examen donne, tout d'abord, l'impression que la condition de continuité est remplie d'une manière satisfaisante : la courbe moyenne, passant à travers les échelons du graphique, a l'aspect d'une courbe du genre parabolique régulière.

Les échelons que comporte la nouvelle série rappellent assez heureusement la formation de la série internationale. Ces échelons, qui proviennent de ce qu'un même pas correspond à deux diamètres consécutifs ne se justifient pas par des considérations analogues à celles qui ont prévalu lors de la constitution de la série internationale, et qui étaient relatives aux procédés et à l'outillage de fabrication. Toutefois, ils présentent un certain avantage qui n'est pas négligeable. En admettant, en effet, que les constructeurs s'astreignent, lors de l'établissement de leurs appareils, à choisir, pour les vis destinées à des démontages fréquents, celles dont les diamètres mesurent un nombre entier de millimètres, ils se ménageront, dans le cas où, par usure, ces vis viendraient à céder, la ressource de leur

substituer ultérieurement des vis plus grosses au même pas, sans détériorer l'ancien taraudage.

Si l'on considère les vis correspondant aux sommets saillants du graphique et les vis correspondant aux sommets rentrants de ce graphique, on voit que la série complète résulte, pour ainsi dire, de l'interférence de deux séries, l'une à pas relativement fort, l'autre à pas relativement fin.

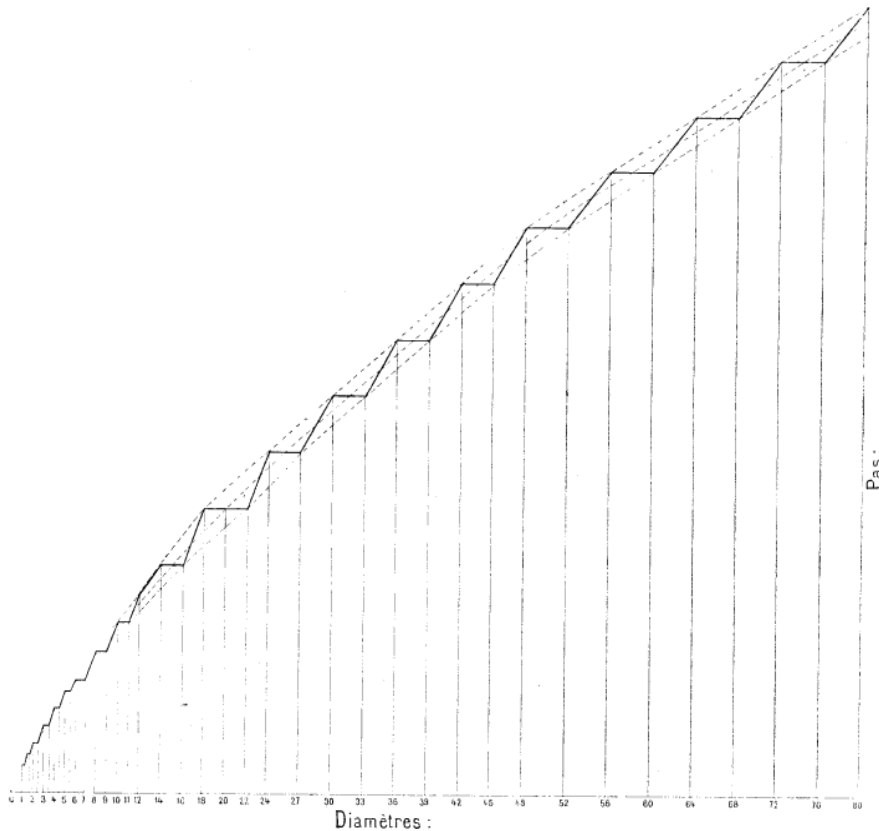


Fig. 1. — Système international de filetages à base métrique.

Cette circonstance est de nature à satisfaire certains desiderata exprimés.

En ce qui concerne la formation de la série proposée, il y a lieu de faire les remarques suivantes :

Les six plus grosses vis de cette série ne sont autres que celles qui avaient été tout d'abord proposées par la deuxième commission de la Chambre syndicale des industries électriques. Les vis de 2 millimètres et

de 2,5 millimètres pour lesquelles le pas de 0,5 millimètre, avait été généralement trouvé trop gros, ont reçu le pas de 0,45 millimètre.

La vis de 1 millimètre a reçu le pas de 0,25 millimètre, pour faciliter le raccordement de la nouvelle série avec la série Thury qui était conservée pour les très petites vis et dans laquelle le pas de la vis de 1 millimètre est de 0,23 millimètre, c'est-à-dire le même à 2 centièmes de millimètre près.

La vis de 1,5 millimètre a reçu le pas intermédiaire entre 0,45 et 0,25, c'est-à-dire, 0,35 millimètre.

Enfin les vis intercalaires de 1^{mm},25 et 1^{mm},75, dont la création est justifiée par la nécessité de multiplier les échelons dans les petites dimensions, ont reçu le même pas que les vis voisines.

Forme du filet.

Le filet aura la forme triangulaire adoptée pour la série internationale (fig. 2).

Le tableau ci-dessous donne, outre les diamètres et les pas, les diamètres au fond des filets (diamètres des trous de taraudage), l'inclinaison au fond du filet et la largeur du témoin sur l'extrémité du filet.

Diamètres.	Pas.	Largeur du témoin.	Diamètres intérieurs.	Inclinaison au fond du filet.
1,25	0,25	0,031	0,70	6° 29'
1			0,95	4° 46'
1,5	0,35	0,044	1,045	6° 5'
1,75			1,295	4° 58'
2	0,45	0,056	1,415	5°
2,5			1,915	4° 16'
3	0,60	0,0075	2,220	4° 47'
3,5			2,720	4°
4	0,75	0,094	3,025	4° 30'
4,5			3,525	3° 50'
5	0,90	0,11	3,830	4° 16'
5,5			4,330	3° 48'

Dimensions accessoires.

Les têtes cylindriques auront :

Pour diamètre, le double du diamètre de la vis et, pour hauteur, le diamètre même de la vis.

Les têtes coniques seront façonnées à l'angle de 84° avec une petite partie cylindrique de diamètre égal au double du diamètre de la vis.

Les fentes auront pour largeur la valeur du pas de la vis.

CONCLUSIONS

Les conclusions auxquelles la Commission a été ainsi amenée, par un enchaînement naturel, en ce qui concerne la variation des pas, sont telle-

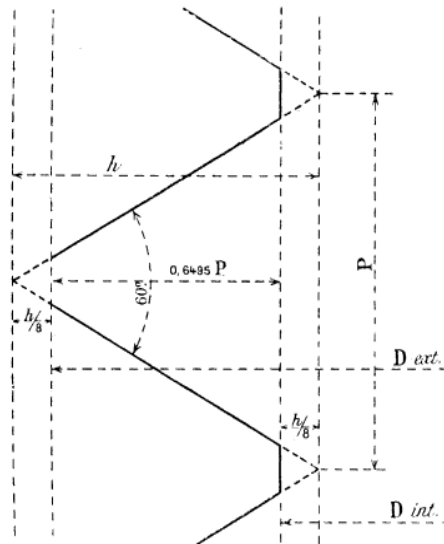


Fig. 2.

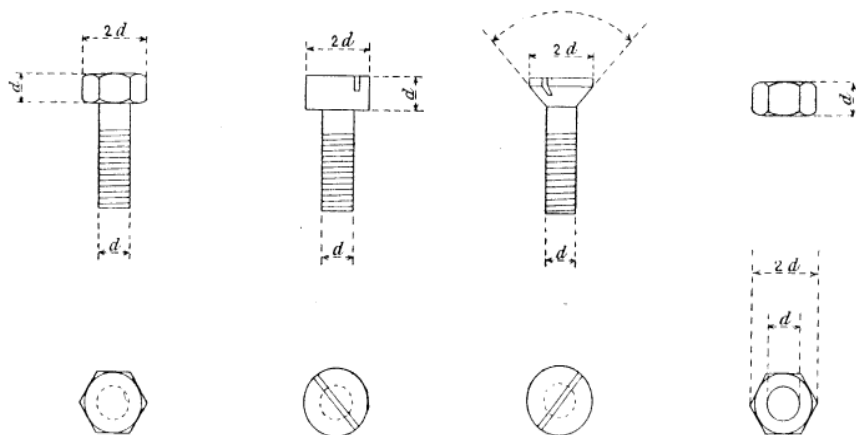


Fig. 3.

ment logiques qu'elles se sont imposées, d'autre part, à M. le professeur Aepli : ce technicien, au nom de la Société pour la fabrication des outils

système Reishauer, de Zurich, a en effet adressé à la Société d'Encouragement une proposition qui concorde absolument avec la proposition même de la Commission.

Dans ces conditions, cette proposition semble susceptible d'être accueillie favorablement par les industries suisse et allemande, car ce même travail du professeur Aepli nous a été transmis, en le recommandant à notre examen, par l'Union suisse des constructeurs mécaniciens, qui s'est empressée de s'associer à l'idée de l'extension du système métrique international aux vis de petit diamètre, et qui s'est mise déjà en relation avec la Société des ingénieurs allemands pour y intéresser cette Société.

C'est donc avec confiance que la Commission croit pouvoir présenter le projet ainsi complété et modifié, pour l'unification des filetages des vis de diamètre compris entre 5 et 1 millimètres.

EXTRAITS OU RÉSUMÉS DES PRINCIPAUX AVIS REÇUS EN RÉPONSE A LA NOTE INSÉRÉE
DANS LE BULLETIN DE SEPTEMBRE 1904

*Lettre de M. de Mocomble, ingénieur-mécanicien, 43, boulevard de Magenta,
à Paris, en date du 10 février 1905.*

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous accuser réception de la note sur un projet tendant à l'unification des vis.

Il n'est pas douteux que cette question, comme toutes celles tendant à uniformiser une fabrication générale, est de la plus haute utilité, non seulement pour les industries qui s'occupent de l'appareillage électrique, mais pour toutes les industries mécaniques en général.

Je ne me permettrai pas d'apporter la moindre critique aux rapports compétents qui vous ont été adressés, je me bornerai aux observations suivantes :

1° Il paraît qu'une vis de 2 millimètres avec pas de 0,5 sera trop fragile.

2° Il ne paraît pas indispensable de mettre des pas communs à des diamètres différents.

3° Il serait bon, pour pouvoir répondre aux divers besoins, d'avoir, dans le même diamètre, la série au pas fin et celle au pas plus gros.

4° Les dimensions devraient être exprimées en quotients exacts et simples, c'est le seul moyen d'avoir des pièces interchangeables.

Il serait bien à souhaiter que l'on arrivât à une unification complète des vis ainsi que des boulons de tout diamètre.

A chaque instant, dans la construction des divers appareils mécaniques,

l'on est obligé de fabriquer spécialement des boulons dits mécaniques, pour avoir, comme diamètre et comme filetage, les conditions exigées de résistance et de précision.

Veillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma considération distinguée.

CH. DE MOCOMBLE.

Lettre de la Société anonyme pour la fabrication d'outils système Reishauer, à Zurich, en date du 13 janvier 1905.

MONSIEUR,

Ayant bien reçu en son temps la Note sur l'Unification des petites vis que vous avez eu l'obligeance de nous adresser, nous nous permettons, suivant votre invitation à vous faire connaître notre avis à ce sujet, de vous soumettre ci-inclus quelques observations que nous avons à faire sur le projet proposé.

Espérant que vous voudrez bien prendre en considération nos propositions, nous vous prions, Monsieur, d'agréer l'assurance de notre considération la plus distinguée.

Société anonyme pour la fabrication d'outils Reishauer.

Prof. A. AEPPLI.

OBSERVATIONS CONCERNANT LE PROJET TENDANT A L'UNIFICATION DES VIS D'UN DIAMÈTRE
INFÉRIEUR A 6 MILLIMÈTRES

C'est avec une grande satisfaction que nous accueillons l'initiative du Syndicat professionnel des Industries électriques tendant à prolonger le Système international des filetages en dessous de 6 millimètres.

Cette prolongation du système répondra à un réel besoin, et il n'est donc pas à douter qu'elle ne soit adoptée avec empressement.

Ayant examiné avec intérêt les différents projets s'occupant de la solution de cette question de filetages, nous nous permettons, de notre part, d'exprimer le vœu de ne point s'arrêter au diamètre de 2 millimètres, mais de reculer cette limite à 1 millimètre, afin de ne pas se voir réduit à la nécessité de procéder peut-être plus tard à une nouvelle extension du système, alors que l'on pourrait, cette fois-ci déjà, compléter le système dans le sens que nous venons d'indiquer, sans entraîner des inconvénients.

Nous approuvons entièrement le projet du Syndicat professionnel en ce qui concerne les diamètres 6 à 3 millimètres; par contre, nous jugeons absolument nécessaire de réduire le pas à 0^{mm},45 pour les diamètres de 2^{mm},5 et 2 millimètres, afin que le corps de la vis ne soit pas trop affaibli.

Du reste, en envisageant la prolongation éventuelle jusqu'à 1 millimètre, on constatera facilement qu'une telle réduction serait même inévitable, pour ne pas créer un écartement trop sensible de la parabole du S. I. En outre, le pas de 0^{mm},45 pour les diamètres de 2^{mm},5 et 2 millimètres se rapprocherait mieux des autres systèmes (Thury, Barriquand, Berrier-Fontaine, Carpentier), ce qui en prouve l'utilité.

Pour le prolongement en dessous de 2 millimètres, nous venons proposer les 4 diamètres aux pas de :

Diamètres.	1,75	1,5	1,25	1 mm.
Pas.	0,35		0,25 mm.	

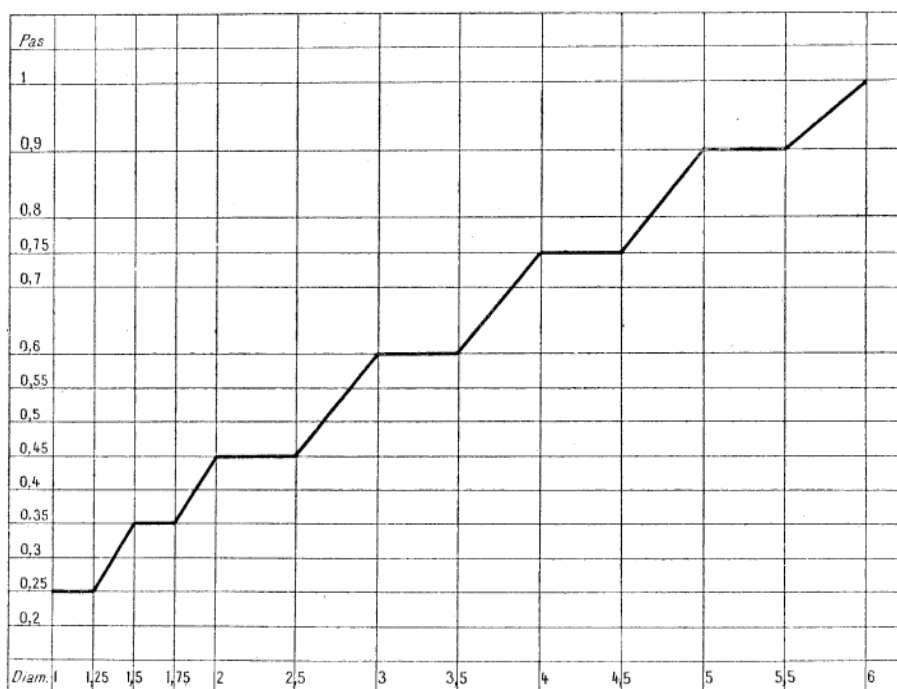


Fig. 4.

Le calque (fig. 4) que nous joignons à la présente, indique graphiquement ces valeurs.

En posant ce calque sur le tableau des filetages (Graphique n° 1, p. 13 de la brochure de la Société d'Encouragement), on pourra aisément se rendre compte du bon accord de notre projet avec les autres systèmes tracés sur ce tableau.

Si nous avons prévu dans les diamètres entre 2 et 1 millimètre des espacements de 0^{mm},25 en 0^{mm},25, c'est, d'abord, pour éviter que ces espacements ne

deviennent par trop grands pour ces petits diamètres, et puis pour obtenir également 2 diamètres au même pas, ce qui permettra le retaillage à un diamètre plus grand d'un écrou usé (tant qu'il ne s'agit que du même pas).

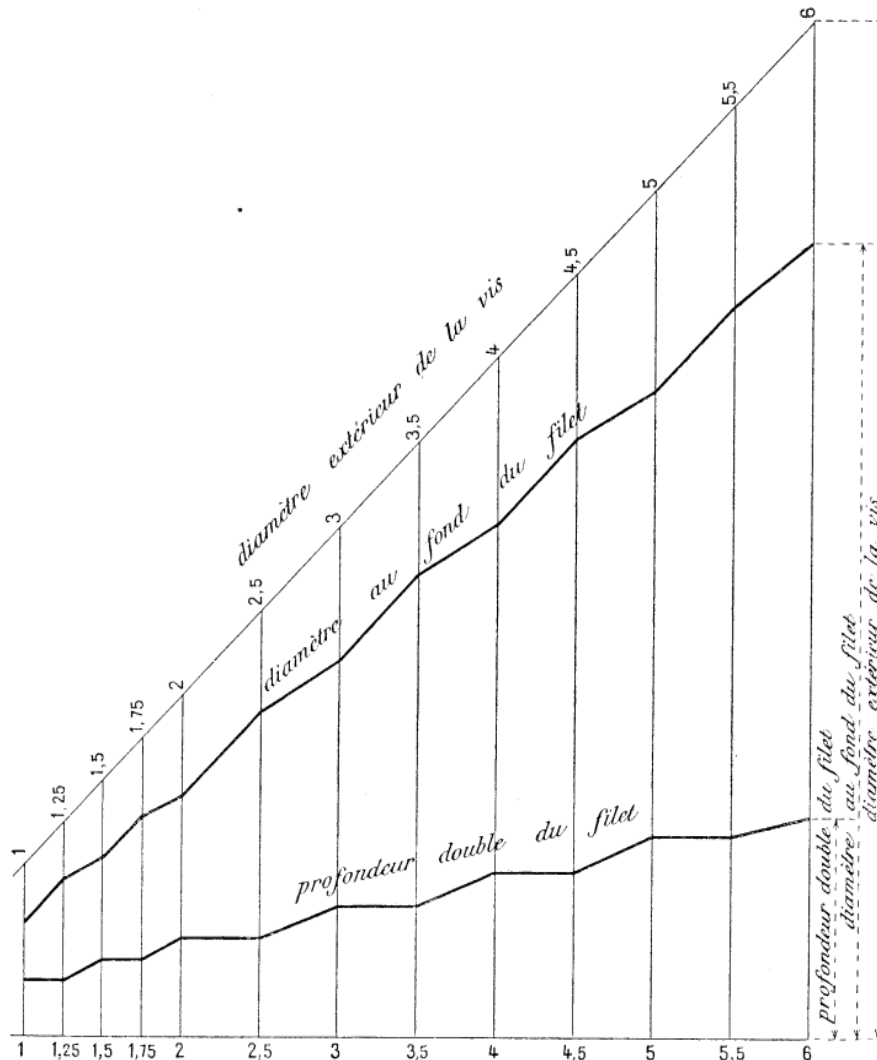


Fig. 3.

L'épaisseur du noyau jouant un rôle remarquable dans la question des filetages, surtout quand il s'agit des petites vis, nous avons représenté dans le tracé, fig. 3, ci-joint, les *profondeurs doubles* du filet, ainsi que les *diamètres au fond du filet*.

Ce tracé démontre également le bon accord de notre modification.

Quant au projet de M. C. Zetter, p. 49, prévoyant :

Pour les diamètres de	3,0	3,5	4,0	4,5 mm.
Deux pas différents	{ 0,5	0,53	0,6	0,7
	{ 0,6	0,63	0,7	0,75 mm.

nous avons le regret de ne pouvoir nous y rallier.

En effet, nous estimons que, en introduisant dans un système dit « uniforme », une seconde série de pas, on embrouillerait la chose, en donnant ainsi sujet à des inconvénients fâcheux.

Il vaudrait donc certainement mieux laisser subsister la série Carpentier (Postes et Télégraphes) comme un système à part, et ne pas la confondre avec la série S. I.

Il ne nous est pas bien compréhensible non plus, pour quel motif on vient d'abandonner dans ce projet la règle : d'appliquer toujours le même pas pour 2 en 2 diamètres, règle admise, à une seule exception, pour le système international.

C'est en effet un fait incontestable que, précisément dans les petites vis à pas fin, l'usure du filet dans l'écrou et la nécessité de retailler celui-ci à un diamètre supérieur arrivent beaucoup plus souvent que dans les grosses vis ayant un pas plus fort.

Pour permettre que le projet proposé par le Syndicat professionnel et modifié par nous puisse être étudié dans son ensemble avec le système international, nous avons représenté, au tracé fig. 5, le système complet à partir de 1 millimètre.

En vous soumettant donc notre projet à l'examen, nous osons espérer que la prolongation du Système international jusqu'à 1 millimètre de diamètre soit menée à bonne fin, et qu'on puisse réaliser un système qui se prête à compléter avantageusement le Système international.

*Lettre du directeur du Musée royal industriel italien,
en date du 20 janvier 1905.*

MONSIEUR,

Je vous remercie avant tout pour m'avoir expédié la note sur le projet pour l'unification des vis de petit diamètre de MM. Sartiaux et Zetter.

Je crois la chose fort à propos, comme je crois que, avant peu, elle s'imposera aussi pour les vis de grand diamètre, supérieur à 80 millimètres.

Cédant à l'invitation que contenait votre lettre, je me permets de faire quelques observations au projet de MM. Sartiaux et Zetter, lequel se réduit à la suivante série de diamètres et pas (p. 49).

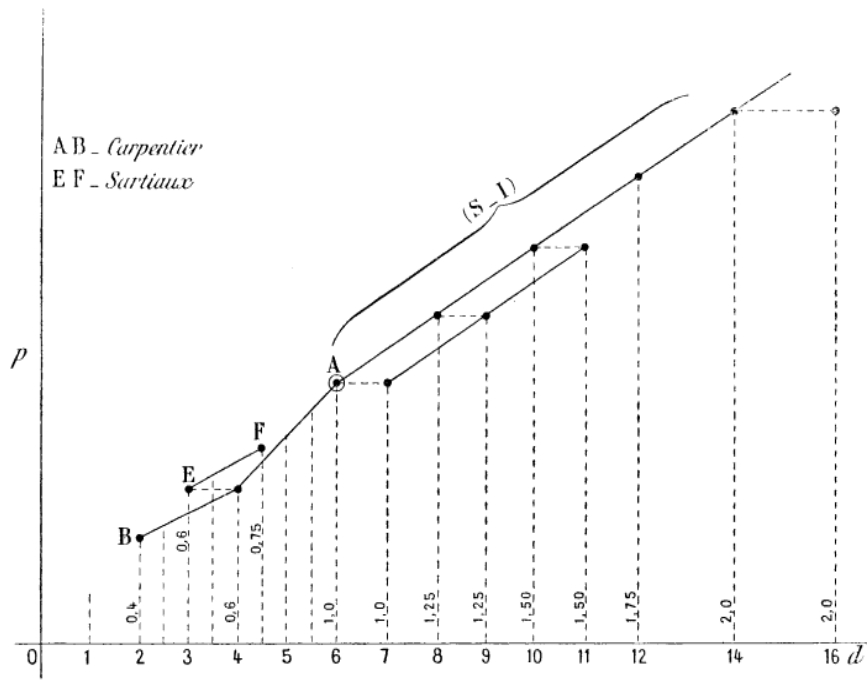


Fig. 6.

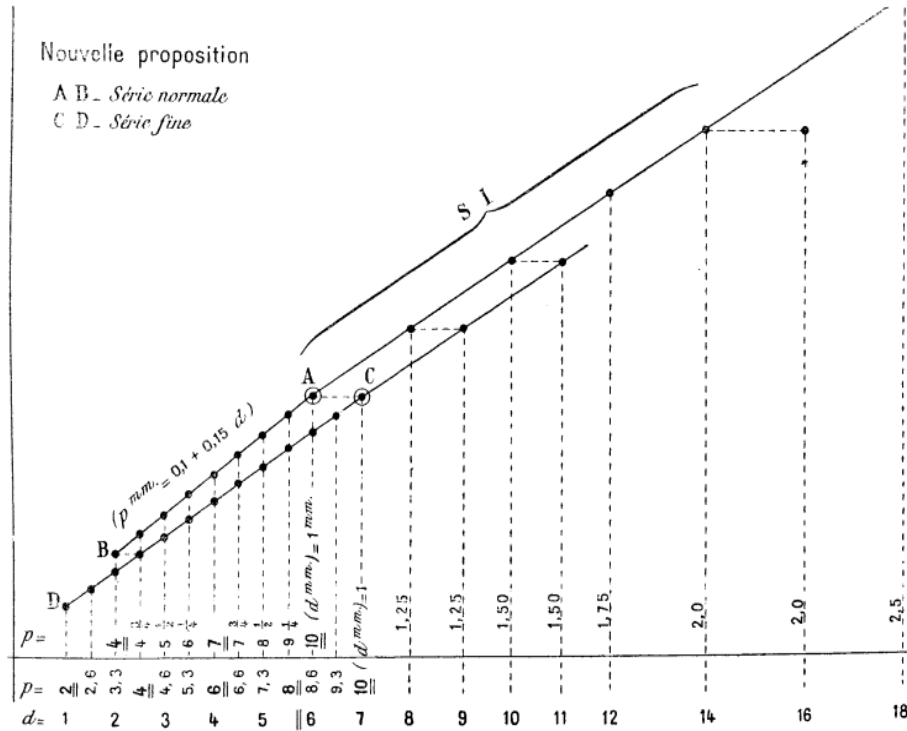


Fig. 7.

Diamètres	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Pas	$\left\{ \begin{array}{l} 0,4 \\ - \end{array} \right.$	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,75	0,8	0,9
			0,6	0,65	0,7	0,75	—	—	—

Si l'on reconnaît la convenance ou l'utilité d'établir deux séries de pas, dont l'une ordinaire et l'autre fine, il ne me semble pas du tout logique de borner cette double série seulement à quelques valeurs de diamètre (de 3 millimètres à 4^{mm},5), en excluant les plus petits et les plus grands.

En voulant établir deux séries de pas, je crois fort à propos :

1° Qu'elles soient étendues à toute la correspondante série de diamètres ;

2° Une d'elles serait la *série normale* ; et la plus *fine* la série pour usage exceptionnel.

3° Toutes les deux séries, spécialement la normale, doivent être reliées et en harmonie avec le Système international. Or ni le système Carpentier, ni la modification Sartiaux, ne s'accordent avec le S. I., en ayant toutes les deux une allure différente, comme l'on voit d'après le diagramme ci-joint (fig. 6).

Je me permets d'exprimer mon avis à ce sujet, en présentant une nouvelle proposition, de laquelle, peut-être, l'on pourra tenir compte dans les successives études.

L'on pourrait faire deux échelles de pas, *normale* et *fine*, pour toute la série des vis petites. L'*échelle normale* partirait du point B (fig. 7) $p = 4$ dmm., pour $d = 2$ mm., et irait se relier en A au pas $p = 1$ pour $d = 6$ mm. du S. I., et monterait avec des degrés égaux de $3/4$ de décimillimètre, de l'un à l'autre diamètre.

L'*échelle fine* partirait du point D avec $p = 2$ dmm. pour $d = 1$ mm., et monterait, presque en ligne droite, jusqu'à se relier en C au pas $p = 1$ pour $d = 7$ mm. du S. I.

C'est ce qui ressort du diagramme (fig. 7) et de la table suivante :

Diamètre. mm.	Pas.			
	Série normale. dmm.	Différence. dmm.	Série fine. dmm.	Différence. dmm.
1	»	»	2,0	»
1,5	»	»	2,6	»
2	4	$3/4$	3,3	0,7
2,5	$4 + 3/4$	$3/4$	4,0	0,6
3	$5 + 1/2$	$3/4$	4,6	0,7
3,5	$6 + 1/4$	$3/4$	5,3	0,7
4	7	$3/4$	6	0,6
4,5	$7 + 3/4$	$3/4$	6,6	0,7
5	$8 + 1/2$	$3/4$	7,3	0,7
5,5	$9 + 1/4$	$3/4$	8	0,6
6	10	»	8,6	0,14
7	10	»	10	»

Comme l'on voit d'après la figure, la courbe AB est une ligne droite qui a pour équation :

$$p = 0,10 + 0,15 d \text{ (mm.)}$$

La courbe DC est presque une droite, et a de commun avec le système Carpentier le pas $p = 0,6$ pour $d = 4$ mm.

Il me semble que pour des vis si petites, ce soit très raisonnable d'admettre des pas exprimés en centièmes de millimètre. De plus, je crois que, pour la série normale, l'on puisse très bien procéder par degrés de $3/4$ de décimillimètre, vu que ceci est en harmonie avec les pas de vis de $d = 7$, $d = 8$, $d = 12$ du S. I., qui sont exprimés par $1/4$ et $3/4$ de mm.

Je vous serai toujours très reconnaissant si vous me tenez informé du développement de cette importante question.

En attendant, avec la plus profonde estime, je me dis

Votre dévoué,

Prof. ALFREDO GALASSINI.

*Lettre du Comité de l'Union suisse des constructeurs-mécaniciens à Zurich,
en date du 8 mars 1905.*

MONSIEUR,

Votre honorée du 20 décembre et les pièces annexées ont été soumises à l'appréciation de notre Comité qui, dans sa dernière séance, s'est déclaré d'accord de s'associer à vos démarches tendant à étendre le système métrique international des filetages (S. I.) aux vis du diamètre inférieur à 6 mm.

Nous nous sommes, par conséquent, mis en rapport avec M. Ph. Petero, directeur de la Société des Ingénieurs allemands qui nous a informé qu'il allait soumettre la question à son comité et recueillir les opinions des industriels intéressés.

En même temps, nous avons demandé un premier avis à la direction de la S. A. pour la fabrication des outils Reishauer à Zurich, qui a bien voulu nous le faire parvenir accompagné de trois esquisses.

Nous nous permettons de vous remettre, en attendant, ces pièces avec prière d'en prendre connaissance, et, dans l'attente de vos nouvelles ultérieures, nous vous présentons, Monsieur le président, nos salutations très distinguées.

Pour le comité de l'Union suisse des constructeurs-mécaniciens :

le Président : *le Secrétaire :*

P. E. HUBER. A. JEGHER.

ANNEXES AU RAPPORT DE M. ZETTER

NOTE DE M. LE GÉNÉRAL SEBERT, EN DATE DU 28 FÉVRIER 1904, AU SUJET DU PROJET D'UNIFICATION DES VIS DE PETIT DIAMÈTRE PRÉSENTÉ PAR LA 2^e COMMISSION (1) DU SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Ce projet s'applique aux vis de diamètre inférieur à 6 millimètres et vise spécialement celles qui sont employées dans la construction des appareils électriques.

Il propose d'admettre pour ces vis, jusqu'au diamètre de 2 millimètres inclus, des dispositions imitées de celles qui ont été adoptées sous le nom de système international, pour les vis dites mécaniques, de diamètre supérieur à 6 millimètres, à la suite du Congrès tenu à Zurich en 1898.

Les règles fixées par ce congrès, pour la détermination du profil et des détails du tracé des filets, sont appliquées sans changement.

Les diamètres choisis pour les vis varient par demi-millimètre et les pas correspondants ne varient que de deux en deux diamètres.

Des règles accessoires sont indiquées aussi pour la fixation des dimensions principales des têtes de vis et de l'ouverture des clés.

Je résumerai successivement les quelques observations de détail que peuvent soulever ces différents points, en commençant par la question principale du choix des diamètres et des pas correspondants.

1^o *Choix des diamètres.* — Tout d'abord je dois déclarer que si l'on admet la convenance et l'opportunité de faire table rase des types déjà adoptés, en plusieurs pays, pour les vis dont il s'agit, sous le nom de *vis horlogères*, il est certain que le système indiqué qui constitue une extension logique du système des *vis mécaniques* originairement proposé par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et adopté comme *Système international*, à la suite du Congrès de Zurich de 1898, est, par ce fait même, convenablement choisi, sous réserve toutefois de l'observation que je formulerai plus loin au sujet des valeurs choisies pour la gradation des pas. En laissant donc provisoirement de côté cette question du choix des pas à adopter, on peut dire que les types de vis proposées, qui varieraient en diamètre par demi-millimètre, depuis 2 jusqu'à 6 millimètres, paraissent de nature à répondre aux besoins.

Ils formeraient une série prolongeant, par le bas, la série des vis mécaniques du système international et chevaucheraient sur la série des vis horlogères du système Thury, en faisant double emploi avec les 10 plus fortes vis (numéros 0 à 9 inclus) de cette série, si l'on admet que l'on conserve concurremment ces dernières ou, au contraire, en réduisant cette série aux 16 vis portant les

(1) Commission présidée par M. Eugène Sartiaux ; rapporteur : M. Zetter.

numéros 10 à 25 et allant du diamètre 1 millimètre au diamètre 0^{mm},25, si l'on admet la substitution des vis du nouveau système aux vis correspondantes de cette série horlogère, en faisant disparaître l'emploi de ces dernières.

L'ensemble des vis définies, par ant le système international que par le système des vis horlogères et le système nouveau proposé, comporte en effet 19 vis mécaniques principales de diamètre décroissant depuis 148 jusqu'à 6 millimètres, 26 vis horlogères, portant les numéros 0 à 25 et allant du diamètre 6 mm. au diamètre 0^{mm},25 et enfin les 8 vis nouvelles proposées, s'appliquant à des diamètres compris, à très peu près, entre les mêmes limites (6 et 12 millimètres) que les 10 vis qui portent les numéros 0 à 9 inclus du système des vis horlogères. — La question qui se pose est donc de savoir s'il convient de conserver ces dernières, concurremment avec les 8 vis nouvelles ou de leur substituer celles-ci, en ne faisant commencer dorénavant la série des vis horlogères qu'au numéro 10, ou même s'il ne conviendrait pas de supprimer entièrement la série des vis horlogères, en y substituant un nouveau système dérivé aussi du système international des vis mécaniques. Un passage du rapport (page 5) soulève cette dernière question et je pense qu'il y a lieu d'examiner, avant d'aller plus loin, si réellement il convient d'admettre la condamnation absolue et la disparition éventuelle de la série des vis horlogères ou seulement sa réduction à une certaine partie de son étendue primitive.

Je dois rappeler, tout d'abord, que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, comme le Congrès de Zurich, avait admis que pour les vis de diamètre inférieur à 6 millimètres, de construction normale, c'est-à-dire en laissant de côté, comme le fait le rapport, les vis à destination spéciale et notamment les vis dites à pas fins, on aurait recours aux vis de la série horlogère du système Thury, dont les dimensions sont, en réalité, basées sur le système métrique, bien qu'on énonce souvent le contraire et dont les types ont été adoptés déjà par les constructeurs de différents pays, et même en Angleterre (1).

Je sais bien que l'on peut reprocher à ces vis de n'avoir ni leurs diamètres, ni leurs pas exprimables en *nombres ronds* de millimètres, ni même en fractions simples de millimètres, mais il ne faut pas perdre de vue qu'au moins dans l'industrie horlogère, ces vis sont désignées, non par leurs diamètres, mais par leurs numéros d'ordre et que les bases d'établissement qui ont été adoptées pour le système permettent de déduire de ces numéros, par un calcul simple, les diamètres et les pas de chacune de ces vis exprimés en millimètres et centièmes ou millièmes de millimètres, avec *deux chiffres significatifs seulement* dans chaque cas.

(1) Voir Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. *Projets d'unification des filetages*, 1894. — Rapport de M. Sauvage, page 40 et *Unification des filetages*. — *Règles pour la construction des vis mécaniques*, 1894, page 9.

Il n'est pas inutile aussi de rappeler l'origine de la division de la collection complète des vis employées dans l'industrie en deux séries, la série des vis mécaniques s'arrêtant à un diamètre de 6 millimètres et la série des vis horlogères s'étendant au-dessous, et de rechercher le motif de l'adoption de ce diamètre de 6 millimètres pour la séparation des deux séries.

Les vis de précision peuvent être obtenues par deux procédés, le filetage sur le tour, ou le taraudage à la filière (1). On a admis que le diamètre de 6 millimètres était le diamètre limite des vis susceptibles d'être obtenues par le filetage sur le tour. C'était, en effet, au moins il y a quelques années, la dimension de vis au voisinage de laquelle se faisait le changement du mode de fabrication, bien que, dans maintes circonstances, on ait fabriqué, par taraudage, des vis de diamètre supérieur à 6 millimètres et qu'avec des outils de précision, il soit possible aussi d'obtenir, par filetage sur le tour, des vis de diamètre plus petit.

On a donc appliqué, au tracé des vis de diamètre supérieur à 6 millimètres, des règles inspirées par les exigences ou les convenances du travail sur le tour. — C'est ainsi notamment qu'on a été conduit à admettre un même pas commun à plusieurs vis consécutives, afin de ne pas rendre obligatoire le changement des engrenages du harnais du tour pour chaque changement de diamètre. C'est là une question sur laquelle j'aurai occasion de revenir plus loin.

En ce qui concerne le taraudage à la filière, il y a lieu de distinguer, aussi, l'emploi de la filière coupante et celui de la filière forcée. Cette dernière était presque seule employée à l'origine pour les petites vis, mais avec les progrès de l'industrie mécanique, la filière coupante employée pour les gros diamètres a été étendue peu à peu à des diamètres de plus en plus petits.

Cette filière, munie de dispositifs perfectionnés qui permettent de corriger les effets de l'usure et d'obtenir de légères variations de diamètre, est utilisée, aujourd'hui, jusqu'au diamètre de 2 millimètres, dans les ateliers qui recherchent la précision et on est ainsi amené naturellement à admettre que dans l'ancienne série des vis horlogères, on peut établir actuellement deux catégories de vis pour lesquelles on pourra adopter deux types différents de construction, en rapport avec les modes de fabrication employés. On peut donc envisager séparément une première série de vis allant du diamètre de 6 à celui de 2 millimètres et une seconde série comprenant les vis au-dessous de ce dernier diamètre, jusqu'au plus petit diamètre considéré.

On trouve ainsi la justification des propositions faites par des constructeurs, tels que MM. Barriquand et Marre, pour prolonger, au-dessous du diamètre de 6 millimètres et jusqu'à celui de 2 millimètres inclus, la série des vis établies d'après le système international, et par suite, la justification des proposi-

(1) Je laisse ici de côté le filetage au peigne, qui donne moins de précision et trouve surtout son application pour le filetage des tubes et pièces d'optique.

tions que formule aujourd'hui le Syndicat Professionnel des Industries Électriques, en ce qui concerne les vis destinées à l'appareillage électrique.

Il y a lieu de remarquer d'ailleurs, dans le même ordre d'idées, que ce n'est pas seulement pour cet appareillage électrique que l'emploi de ces nouvelles vis peut être recommandé, mais aussi pour la construction des instruments de précision en général et notamment pour celle des instruments de physique et des appareils de photographie.

Aussi la question a-t-elle déjà été soulevée de divers côtés, spécialement par les Congrès de Photographie et les Congrès d'Automobilisme et tout récemment par le Service des Constructions Navales du Ministère de la Marine, tant à propos du matériel électrique employé par ce Département qu'à propos du matériel de torpilles (1).

Mais le fait qu'indique le rapport de M. Zetter : que des administrations comme celle des Télégraphes, des Sociétés de Constructions comme celle des Forges et Chantiers de la Méditerranée ont conservé l'emploi des vis du système Thury ou du moins ce système légèrement modifié, devrait rendre prudent sur la décision à prendre.

Ce serait, en effet, s'écarter du but à atteindre que d'admettre, *pour les mêmes emplois*, l'usage simultané des 8 vis nouvelles et des 10 vis correspondantes de la série horlogère, puisque cela obligerait les constructeurs à posséder un double approvisionnement de vis pour les diamètres compris entre les limites de 2 à 6 millimètres ; mais cette nécessité s'imposera néanmoins, *à titre transitoire*, jusqu'à ce que les vis du nouveau système aient pu être adoptées partout en remplacement des vis correspondantes du système Thury.

Toutefois, si je suis bien renseigné, les indications du rapport de M. Zetter doivent être modifiées sur ce point.

Ce n'est pas, en effet, la série des vis horlogères du système Thury, légèrement modifiées par la Maison Carpentier que l'Administration des Télégraphes a adoptée et impose actuellement à ses fournisseurs, mais bien une série notablement différente qui a été employée originairement, par la Maison Carpentier, pour la construction des appareils Baudot et qui est désignée souvent sous le nom de série au pas Baudot.

Je joins à cette note un tableau qui fait connaître les principaux éléments de cette série, pas, diamètre et inclinaisons au fond du filet (Annexe N° 2).

Les diamètres varient par demi-millimètre de 6 à 1 millimètre, puis par dixième de millimètre, depuis 1 millimètre jusqu'à 0^{mm},3.

(1) Voir (*Bulletin*, février 1904, p. 134) la note de M. Berrier-Fontaine, directeur du Génie maritime, en date de mars 1903, intitulée : *De l'adoption d'une série régulière de filetages pour les vis horlogères*, *Mémorial du Génie maritime*, 1903 et le résumé de cette note donné par l'annexe n° 1.

Entre 6 et 4 millimètres, le pas est donné en millimètres, en fonction du diamètre, par la relation $p = \frac{2d}{10} - 0,2$ et entre 4 et 1 millimètre, il est donné par la relation $p = \frac{d}{10} + 0,2$, ce qui conduit à des valeurs peu différentes de celles des pas adoptés pour les vis de la série horlogère du système Thury.

Quant au profil du filet, ce n'est pas davantage le profil des vis Thury, mais bien le profil en triangle équilatéral; avec troncature au fond et au sommet des filets, dérivé du système international. On voit donc que ces vis ne peuvent être assimilées à celles de la série horlogère du système Thury.

Les vis employées par la Maison Darras (ancienne maison Deschiens) ne sont autres que les vis de la Maison Carpentier qui lui a fourni les filières pour les fabriquer.

Quant aux vis employées par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, dans ses chantiers de la Seyne, elles sont réellement empruntées à la série des vis horlogères du système Thury, mais elles ne se rapportent qu'à 6 des numéros de cette série, savoir,

les numéros	0,	2,	3,	4,	5	et 7,
correspondant aux diamètres	6,	4,7,	4,1,	3,6,	3,2,	2,5 ^{mm}

Les chantiers de la Seyne ont d'ailleurs été amenés à fixer des dimensions pour les différentes formes de tête employées avec ces vis (têtes cylindriques, têtes coniques, têtes sphériques et têtes à 6 pans) et ils ont établi, en outre, pour la plupart des numéros, plusieurs types d'après la longueur des tiges filetées ou de leur partie lisse. Ils ont constitué ainsi 3 types du N° 0 et autant du N° 2, 8 types du N° 3, 6 types du N° 4, 8 types du N° 5 et 2 types du N° 7, soit en tout 30 types de vis qui sont désignés par des numéros d'ordre spéciaux. L'annexe N° 3 à cette note donne le tableau des dimensions principales de ces vis.

On remarquera que pour le diamètre de 6 millimètres qui figure à la fois dans la série des vis horlogères du système Thury et dans la série des vis mécaniques du système international, les chantiers de la Seyne ont choisi la vis du système Thury. — Ce choix a été fait avec l'assentiment du contrôle de la marine, mais l'emploi de cette vis est limité aux appareils électriques.

En dehors de l'emploi qui est fait largement des vis de la série Thury dans les maisons de construction d'appareils d'horlogerie, il y a lieu de tenir compte aussi de leur adoption, officielle ou de fait, en certains pays, notamment en Suisse, en Allemagne et en Angleterre et de la sanction qui a été donnée jusqu'ici à cette adoption par les décisions du Congrès de Zurich.

Il y a surtout, à mon avis, à tenir compte de l'appui que l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences a donné à ce système et qui constitue

un argument en faveur de l'adoption du Système métrique en Angleterre.

Je rappellerai, à ce propos, qu'à l'Exposition Universelle de 1889, la Maison Davis et Timmis de Londres (14 Charles Street, Hatton Garden) exposait déjà une collection de vis établies d'après le système des vis horlogères de Thury, conformément aux conclusions d'un rapport présenté en 1884 à la session de Montréal par l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences. On verra, dans ce rapport, dont je joins à cette note une traduction (Annexe N° 4), que la Commission insistait sur ce point que ce système a pour base le système métrique et qu'il peut être appliqué sans difficulté en Angleterre même, en faisant usage, pour la préparation de l'outillage, de tours munis de vis mères filetées au pas d'un pouce anglais (1). Il y a donc là, comme je le dis plus haut, un argument à retenir en vue de l'adoption du système métrique dans les pays britanniques. Dans ces conditions, ce qu'il me paraît opportun de faire, est d'arrêter, aussi complètement que possible, la liste des industries ou des administrations pour lesquelles on continuerait à se servir, au moins provisoirement, dans son intégralité, de la série des vis horlogères du système Thury et de déterminer, d'autre part, la liste des industries ou la nomenclature des fabrications pour lesquelles on étendra au-dessous de la limite du diamètre de 6 millimètres l'application du système international, en reculant d'autant le point de départ de la série des vis du système Thury qui serait toujours conservée pour les plus petits diamètres.

Il y aurait, dès lors, à fixer le diamètre servant de limite à la nouvelle série formée par extension du système international. Cette limite, d'après ce que j'ai rappelé plus haut, doit évidemment être déterminée d'après le mode habituel de fabrication des vis, en la faisant coïncider, autant que possible, avec le point où l'on substitue ordinairement l'emploi de la filière forcée à celui de la filière coupante. D'après les propositions de la Maison Barriquand et Marre, cette limite se trouverait fixée à 2 millimètres inclus, c'est-à-dire que les vis de la série horlogère du système Thury ne seraient conservées qu'à partir du numéro 9 qui correspond au diamètre de 1^{mm},9, suivant immédiatement ce diamètre de 2 millimètres.

La Maison Carpentier, reculant encore la limite de fabrication de précision, pousse la nouvelle série des vis obtenues à la filière coupante jusqu'au diamètre de 1 millimètre inclusivement, ce qui ne laisserait subsister de la série primitive des vis horlogères que les onze vis portant les numéros de 15 à 25.

Les propositions du service des Constructions navales du port de Toulon vont plus loin et étendent jusqu'à l'extrémité de la série horlogère, c'est-à-dire jusqu'au diamètre de 0^{mm},25, l'application du nouveau système dérivé du

(1) Voir aussi, au sujet de cette dernière question, la note parue dans *la Nature* du 30 janvier 1904, reproduite à la fin de l'annexe précitée.

système international, mais ces propositions paraissent avoir été faites en faisant abstraction des difficultés provenant du mode de fabrication et j'ai indiqué précédemment les motifs qui me paraissent devoir inciter à ne pas pousser aussi loin la réforme. Je pense que, dans l'état actuel de l'industrie en général, ce serait aussi aller un peu trop loin que de descendre jusqu'au diamètre de 1 millimètre, comme le fait la Maison Carpentier, pour l'emploi de la filière coupante et l'application du nouveau système de vis, et je serais d'avis, en conséquence, de s'en tenir comme limite au diamètre de 2 millimètres, ainsi que le fait la Maison Barriquand et Marre et que le propose le rapport présenté à la Chambre syndicale des industries électriques.

Ceci admis, la gradation des diamètres proposés variant par demi-millimètre depuis 6 millimètres jusqu'à 2 millimètres inclus, et donnant 8 vis qui seraient à substituer aux 6 vis portant les numéros 0 à 5 de la série horlogère, comprises entre les mêmes limites, me paraît convenablement choisie.

Cette série est d'accord, au point de vue des diamètres, tant avec la série Carpentier ou Baudot, admise par l'administration des Télégraphes, qu'avec la série des vis déjà utilisée par la plupart des constructeurs.

C'est seulement dans le projet présenté par le service des Constructions navales que l'on prévoit, au-dessous de 3 millimètres, des vis variant en diamètre par dixièmes de millimètre, mais cette multiplication des types ne paraît pas bien nécessaire et je pense que l'on peut s'en tenir à la solution proposée dans le rapport.

2° Gradation des pas. — En ce qui concerne la gradation des pas, le rapport, reproduisant les dispositions proposées par MM. Barriquand et Marre, et suivant en cela les règles admises pour les vis mécaniques du système international, ne fait varier le pas que de 2 en 2 millimètres et propose, pour les pas correspondant aux 8 diamètres, les valeurs suivantes :

Diamètres.	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas correspondants.	0,5	0,5	0,6	0,6	0,75	0,75	0,9	0,9

Il y a lieu de remarquer, à propos de ces propositions, tout d'abord, que l'on arrive ainsi, pour la vis de 2 millimètres, à un pas très sensiblement supérieur à celui qui est admis, tant pour les vis du système Thury que pour les vis de la Maison Carpentier, ou encore pour les vis proposées par le service des Constructions navales. Dans tous ces systèmes, la vis de 2 millimètres de diamètre a, en effet, un pas de 0^{mm},4, et ce n'est qu'à partir du diamètre de 3 millimètres au moins qu'on trouve le pas de 0^{mm},5. Cela peut avoir pour résultat de trop affaiblir les petites vis de 2 millimètres.

D'autre part, il y a lieu d'observer que si, pour les vis faites par filetage sur le tour, il y a intérêt, dans le but d'éviter des complications d'outillage, à

réduire le nombre des pas employés, il n'y a aucun motif pour procéder de même pour les petites vis obtenues à la filière, puisque, pour ces dernières, il faut autant de filières qu'il y a de diamètres. Il n'y a donc aucune raison pour ne pas attribuer à chaque diamètre le pas qui lui convient le mieux, afin d'obtenir, pour la pente du filet, la valeur qui a été reconnue nécessaire pour assurer une bonne tenue de la vis et une solidité suffisante.

C'est ce qui a été fait pour la série horlogère de Thury, comme pour la série Carpentier au pas Baudot, ou encore pour la série récemment proposée par le service des Constructions navales. Pour ces divers motifs, je pense qu'il serait préférable d'adopter, pour les 8 vis nouvelles qu'il s'agit d'introduire, des pas un peu différents de ceux qu'indique le rapport de M. Zetter, en faisant décroître la gradation des pas un peu plus rapidement que ne le fait ce rapport, de façon à arriver à $0^{\text{mm}},4$ au lieu de $0^{\text{mm}},5$ pour le pas correspondant au diamètre de 2 millimètres, et en attribuant, à chaque diamètre, un pas différent. La gradation adoptée par la Maison Carpentier, qui donne des valeurs plus simples que celles proposées par M. Berrier-Fontaine, me paraîtrait pouvoir être avantageusement adoptée. On aurait alors, pour les pas et diamètres des nouvelles vis, les valeurs suivantes, au-dessous desquelles j'ai indiqué, à titre de comparaison, les valeurs proposées dans le rapport et celles que propose M. Berrier-Fontaine.

Diamètres.	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas à adopter.	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9
Pas proposés par M. Zetter. .	0,5	0,5	0,6	0,6	0,75	0,75	0,9	0,9
Id., par M. Berrier-Fontaine.	0,4	0,475	0,55	0,625	0,7	0,775	0,85	0,925

3° *Forme du filet.* — Le rapport propose d'adopter, pour le profil du filet, la forme en triangle équilatéral avec angles, au sommet et au fond, abattus par une troncature menée au huitième de la hauteur du filet, ce qui correspond à peu près au dixième de la valeur du pas.

Ce sont les propositions admises pour les vis mécaniques du système international, et elles me paraissent pouvoir être acceptées; ce sont du reste celles qu'admet le projet du service des Constructions navales.

La Maison Carpentier avait adopté le même profil pour les vis employées par l'administration des Télégraphes, mais avec troncatures faites de façon à laisser à la saillie des filets tronqués une hauteur totale de 0,65 du pas, ce qui donnait, pour la troncature, 0,175 du pas ou 0,20 environ de la hauteur. Cette troncature était donc sensiblement plus faible que celle proposée.

4° *Dimensions des têtes et des clés.* — Le rapport fixe des proportions déterminées pour les dimensions des têtes des différentes formes de vis et de leurs écrous, ainsi que pour l'écartement des clés à employer ou pour l'épais-

seur et la profondeur des fentes pour tournevis. Par suite de la diversité de ces formes et en mettant à part les vis à tête conique fraisée, destinées à être encastrées et pour lesquelles la forme de la tête influe sur l'interchangeabilité, on peut trouver qu'il n'est pas bien utile de chercher à fixer ces dimensions qui peuvent varier sans grands inconvénients, d'autant plus que, pour être complet, il faudrait prévoir aussi les vis à tête sphérique ou en goutte de suif et surtout les vis à tête carrée, avec épaulement cylindrique, qui sont assez fréquemment employées dans les appareils de précision.

Les dimensions indiquées sur la planche jointe au rapport ont été calculées en fonction du diamètre des vis par les formules suivantes, en arrondissant les résultats du calcul, de façon à les exprimer au plus en quarts de millimètre.

Hauteur des têtes de vis ou des écrous (vis hexagonales ou cylindriques).	$h = 1,8 \ d$
Hauteur des têtes de vis coniques, déterminées par le tracé de cônes dont les génératrices sont inclinées à 60° , soit.	$H' = 0,48 \ d$
Diamètre des têtes de vis cylindriques ou coniques.	$d = 1,8 \ d$
Écartement des faces opposées (pour les vis à tête hexagonale et pour leurs écrous).	$e = 1,8 \ d$
Ouverture des clés pour les mêmes.	$o = 1,73 \ d$

On arrive ainsi à des dimensions qui diffèrent un peu de celles adoptées par les Chantiers de la Seyne pour les vis qui se rapprochent le plus de celles proposées.

Ces dimensions me paraissent cependant pouvoir être acceptées, sauf toutefois celles résultant des formules indiquées, sur la planche, pour le calcul des dimensions des têtes hexagonales et des écrous de même forme qui devraient être évidemment rectifiées.

La valeur $1,8 \ d$ ne peut, en effet, être celle de l'ouverture des clés, comme il est indiqué sur la planche, mais bien celle du diamètre de la tête; car l'ouverture de la clé ou plutôt l'écartement des côtés parallèles du 6 pans est donné comme l'indique le texte par la valeur $e = 1,732 \ d$, d étant toujours le diamètre du corps de la vis et, pour fixer exactement l'ouverture de clé correspondante, il faudrait augmenter la valeur ainsi calculée d'une petite quantité égale au jeu à ménager.

Les vis de petit calibre — à l'exception des vis à tête carrée avec embase cylindrique qui sont surtout faites pour être serrées avec une clé — étant d'ailleurs habituellement pourvues d'une fente pour l'introduction de la lame d'un tournevis, il paraît peu utile de fixer des dimensions pour l'ouverture des clés. Tout au moins, si on veut réglementer ce détail, il conviendrait de fixer surtout les dimensions des têtes carrées et l'ouverture des clés correspondantes.

Je pense qu'on devrait donner à ces têtes et à leur embase cylindrique le

même diamètre que pour les têtes cylindriques, mais il faudrait prévoir, pour la hauteur totale, une valeur plus grande, soit par exemple $H = 1,5 d$ au lieu de $H = 0,75 d$, en donnant à l'embase cylindrique le tiers de la hauteur totale soit une hauteur $H' = 0,5 d$, de façon à laisser à la partie carrée une hauteur égale à d .

Pour les vis coniques à tête fraisée, il y a lieu d'examiner s'il convient de les laisser entièrement coniques à arêtes vives ou s'il n'est pas préférable d'abattre l'arête vive par un chanfrein cylindrique, comme l'ont prévu les Chantiers de la Seyne. Cette dernière disposition constitue un mode de fabrication plus soigné, mais crée plus de difficulté de travail, surtout pour le fraisage du logement de la tête.

On pourra donc prévoir les deux cas, pour répondre à tous les besoins, et il suffira, pour cela, d'ajouter aux règles indiquées, par le rapport, des formules donnant la hauteur du chanfrein cylindrique à prévoir le cas échéant. Cette hauteur pourrait être fixée au dixième du diamètre de la vis et viendrait augmenter d'autant la hauteur de la tête.

Il y aurait aussi, pour être complet, à fixer le diamètre des têtes sphériques des vis dites en goutte de suif. On pourrait le fixer au même diamètre que pour les vis cylindriques.

Enfin, il y aura lieu encore d'examiner ce qu'il convient de faire pour les dimensions de la fente destinée à recevoir la lame du tournevis.

Le rapport propose, pour ces fentes, une largeur variant avec le pas et égale à ce pas lui-même. Cette règle ne me paraît pas acceptable, du moment où le pas changerait avec chaque diamètre, comme je l'ai admis. Elle entraînerait, en effet, dans ce cas, des variations trop nombreuses qui créeraient des complications, en rendant nécessaire l'emploi d'un trop grand nombre d'outils différents pour la préparation des fentes et d'un trop grand nombre de tournevis pour le service.

Il semble suffisant d'adopter deux valeurs pour la largeur de la fente : 1 millimètre pour les vis de diamètre supérieur à 4 millimètres et $0^{\text{mm}},5$ pour les vis de diamètre inférieur. On conserverait d'ailleurs la règle indiquée par le rapport, pour la profondeur de la fente.

Il reste encore à examiner s'il ne conviendrait pas, comme l'ont fait les Chantiers de la Seyne, de fixer des dimensions normales pour les longueurs des tiges : parties lisses et parties filetées, mais il semble assez difficile d'arrêter des règles bien fixes à ce sujet. On pourrait toutefois recommander d'adopter, autant que possible, des règles uniformes pour la constitution des assortiments de vis de différentes longueurs pour chaque type, en faisant varier, par exemple, par nombre entier de centimètres, les longueurs totales des tiges (têtes non comprises) et par demi-centimètres les longueurs des parties lisses, pour celles des vis qui en comportent.

En résumé, les valeurs indiquées pour les dimensions principales des têtes de vis me paraîtraient devoir être rectifiées ou complétées de la façon suivante, si l'on juge réellement utile de les fixer d'après des règles uniformes. Il resterait d'ailleurs entendu que les chiffres résultant des calculs effectués à l'aide des formules indiquées, seraient arrondis comme il est dit ci-dessus :

Diamètre des têtes de vis (hexagonales, carrées, cylindriques, sphériques ou coniques)	$D = 1,8 \ d$
Écartement des faces opposées pour les têtes hexagonales.	$c = 1,732 \ d$
Écartement des faces pour les têtes carrées.	$e = 1,414 \ d$

Ces deux dernières dimensions augmentées d'un jeu égal à la moitié du pas donneraient l'ouverture des clés correspondantes.

Hauteur des têtes de vis hexagonales.	$H = 0,75 \ d$
Hauteur des têtes de vis carrées à embase cylindrique.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{embase} \dots H = 1,50 \ d \\ \text{totale} \dots H = 0,50 \ d \end{array} \right.$
Hauteur des écrous à 6 pans ou carrés.	$H = d$
Hauteur des têtes de vis coniques à angles vifs (hauteur résultant du tracé du cône de la fraisure à génératrices inclinées à 60°).	$H = 0,48 \ d$
Hauteur des têtes de vis coniques à angles abattus.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{partie conique} \dots H = 0,48 \ d \\ \text{partie cylindrique} \dots H = 0,1 \ d \end{array} \right.$
Profondeur de la fente pour tournevis (têtes cylindriques, sphériques, coniques.)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Moitié de la hauteur de la tête.} \end{array} \right.$
Largeur de la fente.	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mm. pour les diamètres supérieurs à 3 mm.} \\ 0^{\text{mm}},5 \text{ pour les diamètres inférieurs.} \end{array} \right.$

ANNEXE N° 2 A LA NOTE DU 27 FÉVRIER 1904

TABEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA SÉRIE DES VIS DE PRÉCISION
DE LA MAISON CARPENTIER

Diamètres. mm	Pas. mm	Inclinaison au fond du filet (Tangente).
6	1	0,068
5,5	0,9	0,066
5	0,8	0,064
4,5	0,7	0,062
4	0,6	0,059
3,5	0,55	0,063
3	0,5	0,068
2,5	0,45	0,075
2	0,4	0,086
1,5	0,35	0,107
1	0,3	0,156

Nota. — Entre les diamètres de 6 et 4 millimètres, la relation entre les pas et les diamètres est donnée par la formule :

$$p = \frac{d}{10} + 0,2$$

entre 4 et 1 millimètres elle est donnée par la formule :

$$p = \frac{2d}{10} - 0,2.$$

ANNEXE N° 3 A LA LETTRE DU 27 FEVRIER 1904

SOCIÉTÉ DES FORGES ET CHANTIERS DE LA MÉDITERRANÉE. — CHANTIERS DE LA SEYNE

Vis de petit diamètre employés pour le service électrique.

NOTA. — Ces vis sont empruntées à la série des vis horlogères du système Thury, dans laquelle elles portent les numéros 0, 2, 4, 5 et 7, mais les Chantiers de la Seyne ont fixé, en outre, les dimensions pour les têtes de différentes formes et ont limité les longueurs pour un certain nombre de vis de chaque numéro. Le tableau ci-joint résume les dimensions principales de ces différentes vis avec l'indication des numéros particuliers qui leur sont attribués pour les désigner.

NUMÉROS DE LA SÉRIE THURY.	0	2	3	4	5	7
Diamètres.	6	4,7 0,81	4,1 0,73	3,6 0,66	3,2 0,59	2,5 0,48
Pas	1					
<i>Vis à tête cylindrique.</i>						
Numéros d'ordre (la Seyne).	180 181 182	470 171 172	160 162 163	140 141 142 143	120 121 122	"
Longueurs	40 5 0	46 7 0	10 5 0	40 8 0 0	8 7 0	0
correspondantes { Partie lisse.	20 20 20	40 14 30	20 20 20	15 12 16 8	8 8 8	0
de la tige.	30 35 20	46 21 30	30 25 20	15 27 16 8	16 16 8	9
Diamètre de la tête.	12	10	8	7	6	5
Hauteur de la tête.	6	5	4	3,5	3	2,5
<i>Vis à tête conique.</i>						
Numéros d'ordre (la Seyne).	"	"	260 261 262 263	240	220 221	200
Longueurs	"	"	6,5 0 0 0	0	4,5 0	0
correspondantes { Partie lisse.	"	"	20 46,5 8,5 6,5	13	8 5,5	6,9
de la tige.	"	"	30 20 12 10	16	15 8	9
Diamètre de la tête.	"	"	8,25	7,3	6,3	5
Hauteur de la tête.	"	"	0,5	0,4	0,3	0,3
de la tige.	"	"	3,5	3	2,5	2,1
de la tête.	"	"				
<i>Vis à tête sphérique.</i>						
Numéros d'ordre.	"	"	"	340	320	"
Longueur de la tige (filetée sur toute la longueur).	"	"	"	8	8	"
Diamètre de la tête.	"	"	"	7	6	"
<i>Vis à tête hexagonale.</i>						
Numéros d'ordre.	"	"	460	"	420 421	"
Longueur	"	"	12	"	10 7	"
correspondante { Partie filettée.	"	"	38	"	10 8	"
de la tige.	"	"	30	"	20 6 15	"
Diamètre du 6 pans.	"	"	8	"	6	"
Hauteur.	"	"	4	"	3	"

ANNEXE N° 4 A LA NOTE DU 27 FÉVRIER

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Session de Montréal, 1884.

Second rapport de la Commission composée de : Sir Joseph Whitworth, Sir W. Thomson, Sir F.-J. Bramwelle, M. A. Stroh, M. Beck, M. W. H. Preece, M. E. Crompton, M. E. Bigg, secrétaire, M. A. Le Neve Foster, M. Latimer Clark, M. H. Trueman Wood et M. Buckney, nommée pour déterminer des règles pour la fabrication des diverses petites vis employées dans les appareils télégraphiques et électriques, dans l'horlogerie et pour les autres usages analogues.

1. — Depuis la présentation de son premier rapport sur une règle de construction des petites vis à la session de l'Association, tenue en 1882, à Southampton, cette Commission a continué l'examen des recommandations faites à cette époque, de façon qu'elle est aujourd'hui en mesure de proposer d'importantes modifications dont l'effet général sera, semble-t-il, de faciliter matériellement l'introduction du système.

2. — Le défaut d'unanimité dans la Commission, qui avait été signalé dans le § 7 du rapport, portait principalement sur la question de savoir si l'on devait prendre le pouce ou le millimètre comme unité de mesure. Il est évident que si l'on adopte l'une ou l'autre de ces unités pour l'employer dans la nomenclature des vis, comme par exemple si l'on désigne le diamètre, le pas ou le nombre de filets par pouce ou par millimètre, les mêmes dimensions ne pourront pas être exprimées en nombres entiers avec l'autre unité et ainsi un obstacle matériel sera apporté à l'adoption générale de cette nomenclature.

3. — On doit toutefois signaler qu'il a été d'usage jusqu'à ce jour de désigner les petites vis que seules la Commission a à considérer ici, non pas par une de leurs dimensions spécifiques, mais par un numéro qui, en règle, est choisi arbitrairement et ne donne pas, par lui-même, la mesure d'une des dimensions de l'écrou. Considérant dès lors que l'unité de mesure est seulement indirectement liée avec le sujet d'un système de vis, la Commission a pensé qu'il était possible de concilier entre elles les deux unités en tant qu'il s'agit de cette question spéciale, et ainsi elle a pensé que l'on pouvait écarter une difficulté importante.

4. — La façon dont les séries de vis adoptées récemment par les fabricants suisses sont établies, a été suffisamment exposée dans le précédent rapport, et des détails précis à ce sujet sont donnés dans les deux brochures originales dont il a été fait mention (1).

Le diamètre d est lié au pas p par la relation (2)

$$(1) \quad D = 6 P^5$$

les mesures étant exprimées en millimètres et P ayant successivement les valeurs 1 ou 0,9^o millimètres, 0,9¹ millimètres, 0,9² millimètres, 0,9³ millimètres, 0,9ⁿ millimètres.

De cette façon l'exposant n devient un nombre qui convient pour désigner la vis correspondante et la formule (3), peut être mise sous la forme

$$D = 6 (0,9^n)^{\frac{6}{5}}$$

dans laquelle $P = 0,9^n$.

(1) Voir le Rapport du Conseil présenté à l'Assemblée générale de Montréal.

(2) *Systématique des vis horlogères*, par le professeur Thury. Genève, 1878.

(3) *Notice sur le système des vis de la filière suisse*. Genève, 1860, par le même auteur.

SÉRIE PROPOSÉE POUR LES PETITES VIS

Numéros.	Dimensions nominales en millièmes de pouce.			Dimensions absolues en millimètres.	
	Diamètre.	Pas.	Nombre de filets par pouce.	Diamètre.	Pas.
1	2	3	4	5	6
25	10	2,8	353	0,25	0,072
24	11	3,1	317	0,29	0,080
23	13	3,5	285	0,33	0,089
22	15	3,9	259	0,37	0,098
21	17	4,3	231	0,42	0,11
20	19	4,7	212	0,48	0,12
19	21	5,5	181	0,54	0,14
18	24	5,9	169	0,62	0,15
17	27	6,7	149	0,70	0,17
16	31	7,5	134	0,79	0,19
15	35	8,3	121	0,90	0,21
14	39	9,1	110	1,0	0,23
13	44	9,8	101	1,2	0,25
12	51	11,0	90,7	1,3	0,28
11	59	12,2	81,9	1,5	0,31
10	67	13,8	72,6	1,7	0,35
9	75	15,4	65,1	1,9	0,39
8	86	16,9	59,1	2,2	0,43
7	98	18,9	52,9	2,3	0,48
6	110	20,9	47,9	2,8	0,53
5	126	23,2	43,0	3,2	0,59
4	142	26,0	38,5	3,6	0,66
3	161	28,7	34,8	4,1	0,73
2	185	31,9	31,4	4,7	0,81
1	209	35,4	28,2	5,3	0,90
0	236	39,4	25,4	6,0	1,00

5. — Le pas d'une vis donnée peut être déduit du numéro qui la désigne en élevant 0,9 à la puissance indiquée par ce numéro et de ce pas on déduit immédiatement le diamètre par la formule de sorte que le nombre n , indiqué dans la première colonne du tableau ci-joint et qui désigne la vis, est intimement lié à toutes ses dimensions.

6. — Il est évident que si l'on prend exactement les puissances successives de 0,9 pour le pas, on doit arriver bientôt à des nombres compliqués. Ces dimensions s'obtiennent d'ailleurs ainsi avec un degré de précision qu'il n'est pas facile d'atteindre dans la pratique et l'on peut voir qu'en conservant seulement deux chiffres significatifs pour l'expression des pas, on atteint le degré de précision qu'il suffit de chercher dans la fabrication des vis de l'espèce.

Dans ces conditions, on trouve les nombres inscrits dans la colonne 6 du tableau (1), pour les vis allant, comme diamètre, depuis 0 pouce 236 jusqu'à la plus petite vis de un centième de pouce de diamètre, au lieu des nombres mathématiquement exacts que l'on obtiendrait en élevant successivement 0,9 aux puissances successives (2). C'est cette série dont la commission recommande l'adoption.

(1) On peut signaler incidemment que cette série comprend deux vis au pas de 1 mm. et de 0^{mm},25 qui peuvent être utiles pour les micromètres.

(2) La série de Sir Joseph Withworth, dont l'usage est général, finit au diamètre de 1/4 pouce où celle-ci commence.

7. — Si l'on considère les nombres ainsi obtenus, dans la première colonne, simplement comme une série progressive de pas, et si l'on fait abstraction de l'unité de mesure, on peut admettre que la série des puissances de 0,9 dont ces nombres sont déduits est certainement aussi bonne que toute autre qui pourrait être proposée pour le même objet, et correspond d'une façon très approchée avec la pratique.

Ainsi les nombres de la colonne 6, qui donnent les dimensions de cette série avec l'approximation la plus grande qu'il soit nécessaire d'obtenir est bien adaptée à un système de vis de ce genre.

Il y a lieu d'observer, qu'en choisissant une série de pas, il y a trois simples conditions que l'on peut adopter au choix : ou bien établir une différence arithmétique constante entre les pas successifs, auquel cas les pas des plus petites vis différeraient trop entre eux, ou les pas des plus grandes présenteraient trop peu de différence; ou bien diviser l'écart total en séries dans lesquelles on établirait une différence constante ou enfin choisir les puissances successives d'une autre fraction simple, comme par exemple 0,8, mais cette série ne correspondrait pas aussi bien avec les vis qui sont généralement en usage.

8. — Acceptant donc cette série, on pourrait cependant dire qu'elle devrait être basée sur une partie aliquote quelconque du pouce plutôt que sur le millimètre. Mais les avantages que l'on gagnerait par cette modification seraient bien peu appréciables, car l'examen des nombres montre immédiatement qu'ils sont, pour la plus grande partie, des fractions inexactes du millimètre et ainsi l'emploi du système métrique de mesure ne donne, sous ce rapport, aucun avantage de plus que celui qui est basé sur le pouce. Au point de vue de l'interchangeabilité des vis fabriquées dans ce pays et sur le continent, il est essentiel cependant que l'on adopte partout la même base de mesure pour les pas, parce que, si l'on convient de se contenter de deux chiffres décimaux pour une base donnée, on aura des décimales bien déterminées, tandis que ces mêmes valeurs ne pourraient être exactement exprimées, avec deux chiffres significatifs seulement, dans d'autres systèmes de mesure.

9. — On doit encore se rappeler que l'emploi du système métrique, pour désigner les pas, n'est pas un obstacle pour les fabricants anglais qui veulent fileter les vis avec les tours qu'ils possèdent, car, ainsi que l'a récemment montré M. Bosanquet (1) il est facile de fileter une vis dont le pas ne diffère d'un millimètre que d'une quantité qui peut être négligée pour tous les usages ordinaires ($\frac{1}{55\,300}$ de pouce) avec une vis mère établie sur le système du pouce, par l'addition d'une roue de 127 dents et de cette façon la série dont l'adoption est ici recommandée pourrait, dans les rares occasions où cela deviendrait nécessaire, être engendrée sur un tour à fileter quelconque pourvu des roues voulues. Mais la Commission ne croit pas nécessaire de tenir compte spécialement de la facilité d'engendrer ainsi les filets, attendu que les vis dont il s'agit sont faites à la filière coupante (*plate*) ou à l'aide de filières forcées (*dies*) et quant aux fabricants opérant sur une large échelle, ils seront toujours pourvus de tours spéciaux pour cette fabrication.

10. — Soit que l'on adopte le pouce ou le millimètre comme unité de mesure, les séries des pas, pour ces petites vis, deviennent un idéal que l'on atteint rarement dans la

(1) *Philosophical Magazine* (5^e série), vol. XV, p. 217-438. Voir aussi à ce sujet la note parue dans la *Nature* du 30 janvier 1904 et reproduite à la fin de cette annexe.

pratique; car, avec des vis taraudées dans une filière, ou même préparées à l'aide de peignes, on n'obtient pas souvent le pas que l'on cherche à réaliser, et il n'est pas prudent d'admettre que deux vis, taraudées dans les trous correspondants de filières différentes auront précisément le même nombre de filets par pouce. Tel est spécialement le cas avec les très petites vis, comme on peut le démontrer en mesurant mathématiquement les pas de vis taraudées dans des trous qui sont nominalement identiques.

11. — Le fait qui vient d'être indiqué apporte un argument contre l'idée d'étendre aux vis dont il s'agit ici la pratique de désigner les vis par leur nombre de filets au pouce, qui est souvent employée quand il s'agit de grosses vis. On trouve, en effet, que des vis qui sont nominalement les mêmes, diffèrent souvent, sous ce rapport, de 5 et même 10 filets au pouce, et cela ne paraîtra pas étonnant si l'on songe que les filières employées peuvent se dilater de quantités variables lors de la trempe, que le trou fileté ne comporte souvent pas plus de trois ou quatre filets et que la pression appliquée à la main varie souvent de quantités considérables. Une nomenclature de ce genre comporterait d'ailleurs l'emploi de nombres d'une grandeur gênante pour exprimer un degré de précision considérable, rarement obtenu, tandis qu'elle ne donnerait que des renseignements peu utiles, puisqu'un examen sommaire ne permettrait pas de distinguer, par exemple, un pas de 169 ou de 181 filets au pouce.

12. — Il reste à considérer les séries des diamètres. Avant d'adopter la formule

$$D = 6 P^{\frac{1}{3}}$$

on s'est assuré, par l'examen minutieux d'environ 140 petites vis, que la série correspondrait très étroitement avec celle reconnue comme bonne dans la pratique, et les vis faites dans les nouvelles filières (*plates*), connues sous le nom de *filières suisses* (1) que la Commission a eu l'occasion d'examiner, lui paraissent être bien proportionnées sous ce rapport. Les séries de diamètres, comme les pas, sont exprimées par deux chiffres significatifs dans chaque cas, car les valeurs de D déduites de la formule (1) sont nécessairement incommensurables dans la plupart des cas. Ces diamètres sont donnés en millimètres dans la colonne 3, et la plus proche valeur équivalente en millièmes de pouce est indiquée dans la colonne 2. Du moment où la Commission considère que ces vis sont bien proportionnées, en ce qui concerne le pas et le diamètre et est d'avis de prendre la formule (1) comme base, elle est amenée à recommander d'adopter cette série de diamètres conjointement avec les pas indiqués précédemment. On a suggéré à la Commission l'idée que l'introduction de ce système et sa généralisation dans le pays seraient facilitées en poinçonnant, en regard de chacun des trous de la filière, à côté des numéros qui les désignent et qui sont indiqués dans la colonne 1, les diamètres approximatifs des vis données par ces filières exprimées en millièmes de pouce (colonne 2), attendu que ces nombres donneraient aux ouvriers anglais une idée mieux définie que les nombres des colonnes 1 et 3. La Commission ne voit pas d'objection sérieuse à procéder de cette façon, mais on doit rappeler que les vis ont, jusqu'à ce jour, été désignées par des numéros dépassant rarement 25 et l'on peut se demander si un avantage réel sera obtenu en substituant à ces numéros des nombres aussi élevés que ceux que donne l'indication des diamètres.

13. — On voit que la série qui vient d'être recommandée donne 26 numéros de vis depuis la vis de un quart de pouce jusqu'aux plus petites vis en usage. En comparant

(1) En français dans le texte.

ce nombre avec ceux des deux meilleurs systèmes ordinairement en usage, savoir les filières Latard (Perrelet et Martin), et celle de Bourgeaux, on trouve que :

Pour la série de 21 grandeurs de vis pour montres de la filière Latard, la nouvelle série donne 15 numéros ;

Pour la série de 23 grandeurs de vis pour montres, de la filière Bourgeaux, la nouvelle série donne 17 numéros ;

Pour la série de 36 grandeurs de vis pour horlogers, de la filière Latard, la série nouvelle donne 23 numéros ;

La série entière est ainsi moindre que celle des filières les mieux établies et, par suite, on ne peut dire qu'elle soit plus développée que ne le demandent les exigences de la pratique ; au contraire, le fait que les horlogers (qui sont probablement les artisans qui réclament l'assortiment le plus complet de vis) ont accepté en Suisse cette série, confirme la Commission dans l'opinion que cette série n'est pas en défaut à cet égard.

14. — Il reste à considérer la forme du filet.

Il y a tant de particularités pratiques à prendre en considération, en discutant une question de ce genre, qu'il devient à peu près inutile de s'appuyer sur la théorie pour se guider, et les divergences que l'on observe entre les formes adoptées par les différents constructeurs deviennent ainsi très grandes.

Les points les plus importants à avoir présents à la mémoire pour déterminer un choix sont les suivants :

1° Les filets doivent pouvoir être aisément taillés avec l'espèce de filières (*screw-cutting-tackle*) que l'on emploie ordinairement dans les ateliers.

2° La force relative des filets des vis et des écrous (vis mâles et femelles) doit être établie de telle sorte que la tendance à la rupture de chacun d'eux soit un minimum.

3° La résistance du noyau à l'action de torsion, lorsqu'on applique un effort à la vis pour la faire tourner, doit être un maximum.

4° Le frottement doit être aussi faible que possible pour réduire l'usure.

15. — En ce qui concerne la première de ces conditions, il y a lieu de remarquer que la majeure partie des vis qu'a eu à considérer la Commission sont habituellement faites à l'aide d'une filière dans laquelle sont pratiqués des trous ronds coniques.

Ces trous forment le filet en obligeant le métal à s'écouler de l'espace avoisinant le filet (*to flow from a space toward a thread*), et son action est évidemment d'un caractère tout à fait différent de celle d'un coin ou d'un outil coupant (*of dies or of a chasing tool*). Dans le cas de filières avec trous dégagés (*notched holes*), les actions coupantes et déplaçantes (*the cutting and squeezing actions*) se combinent.

16. — Quant à la seconde condition, il est évident que, comme la force des filets dépend essentiellement des matières dont sont faits les vis et écrous, et que ces matières sont très variées, aucune règle précise et invariable ne peut être formulée.

Si la résistance était le seul point à considérer, une forme purement triangulaire sans aucun arrondi, serait la meilleure, en admettant que le contact s'établisse sur toute la surface des filets. Mais, dans la pratique, il est impossible d'assurer un contact parfait de ce genre ; il devient nécessaire d'arrondir les sommets de tous les filets, et cet arrondi est d'autant plus nécessaire que les filets sont plus petits, et que les irrégularités de fabrication deviennent relativement plus marquées. Cette modification est aussi rendue nécessaire par la condition précédemment examinée sous le n° 1.

17. — La troisième condition, c'est-à-dire la résistance du noyau à la torsion, est

déterminée *a priori* par la profondeur du filet. Si l'aire de la section de l'anneau enlevé est moindre que celle du noyau, la probabilité de la rupture transversale de ce dernier peut être regardée comme approximativement égale à celle de l'arrachement des filets (*of the threads stripping*), mais il est impossible de maintenir un rapport constant, car cette condition exigerait que les filets fussent si fins, dans le cas de petites vis, qu'ils ne présenteraient plus une tenue suffisante dans l'écrou. Ainsi, dans les très petites vis (celles au-dessous du diamètre de 0,03 de pouce ou 0^{mm},75), le rapport de la section du noyau à la section des filets est moindre que 1 et il s'accroît graduellement jusqu'à ce qu'on obtienne un rapport compris entre 2 et 3.

18. — La quatrième condition est évidemment mieux satisfaite avec un filet carré. Cette forme toutefois n'est pas pratique dans le cas des petites vis que nous avons à considérer, mais on s'en approche évidemment en diminuant l'angle du filet triangulaire et en agrandissant l'arrondi.

19. — Les angles qui ont été adoptés en pratique montrent, comme on peut s'y attendre, des variations considérables. D'une part, un angle de 60° est rarement dépassé, auquel cas, les filets dérivent du triangle équilatéral, et, d'autre part, on peut admettre que 45° est l'angle limite inférieur.

20. — La profondeur du filet est évidemment fonction à la fois de son angle et de l'importance de l'arrondi au fond et au sommet. On peut commodément l'exprimer comme une fraction du pas pris pour unité. Dans le cas des petites vis généralement en usage, la valeur moyenne de la profondeur ainsi exprimée est de 0,563, la valeur maximum étant de 0,771 et la valeur minimum de 0,311. Il est évident que tout accroissement de la profondeur, au delà de ce qui est essentiel, accroîtra matériellement et nécessairement la difficulté de fabrication quand on fait usage de filières; d'autre part, la profondeur ne doit pas être trop réduite à cause de la tendance plus grande du filet à s'écorcher (*to strip*). Il est, en outre, important de ne pas perdre de vue la torsion additionnelle qui résulte de l'opération de creuser un filet plus profond et qui accroît matériellement la tendance à la rupture transversale du métal (*of tearing the metal across*).

21. — La Commission, après avoir comparé un grand nombre de filets de vis, dont les uns sont actuellement en usage, tandis que les autres ont été seulement proposés, était très disposée à recommander l'adoption du filet Withworth par l'Association britannique, parce que sa forme est bien connue dans cette contrée et que l'expérience a prouvé, d'une manière indiscutable, qu'il est excellent pour les boulons, etc., en usage dans les constructions mécaniques (*engineers bolts*, etc.). Mais, ainsi qu'il résulte des paragraphes 16 et 18, dans le cas des petites vis, la tendance serait plutôt d'accroître les arrondis eu égard aux difficultés de fabrication et la profondeur du filet Withworth est de 0,64 du pas, ce qui est considérablement en excès sur 0,563, valeur moyenne adoptée dans la pratique. Le filet Withworth est toutefois caractérisé par un angle plus fort que celui qui est en usage dans les petites vis.

22. — La convenance de modifier la forme des petits filets, comparée à celle des filets du plus grand diamètre, est complètement reconnue par la Commission Suisse, ses filets pour les premières vis ayant un angle de 47° 1/2, tandis que l'angle des filets des dernières est de 34°, c'est-à-dire presque le même que celui du filet Withworth. Dans le cas de petites vis faites avec la *filière suisse*, le sommet de chaque filet est arrondi avec un rayon égal au 1/6 du pas et le fond avec un rayon de 1/3. La profondeur résultante est de 0,60 du pas, moindre, par conséquent, que pour le filet Withworth.

23. — Tout en approuvant la forme générale du filet dont il s'agit, la Commission n'a pu s'empêcher de penser que la différence dans les arrondis ($1/6$ au sommet et $1/5$ au fond) n'était pas nécessaire. Tenant compte cependant de ce qu'un grand nombre des vis qui sont à considérer ici sont destinées aux instruments électriques et télégraphiques et peuvent, par conséquent, être en laiton (*brass*) et que, avec des filets de ces dimensions, il est impossible de s'assurer à l'œil si un écrou donné satisfait aux conditions requises, en ce qui regarde de si petites différences entre le sommet et le fond du filet, la Commission pense qu'un arrondi égal au fond et au sommet ($2/11$ du pas) serait préférable. Cela maintiendrait à leurs valeurs actuelles l'angle des filets et leur profondeur, savoir $47^\circ 1/2$ et $3/5$ du pas.

24. — Ayant ainsi discuté les 3 points principaux qu'il y a à considérer dans tout système de vis : savoir, le pas, le diamètre et la forme des filets, il paraît désirable à la Commission d'énumérer brièvement les conclusions auxquelles elle est arrivée.

Ce sont les suivantes :

1° Les diamètres à adopter pour les vis de $1/100$ de pouce à $1/4$ de pouce seront ceux donnés en millimètres dans la colonne 5, les valeurs les plus approchées de ces diamètres en millièmes de pouce étant indiquées dans la colonne 1. Ces diamètres sont ceux calculés en donnant successivement à P dans la formule $6 P^{5/6}$ les valeurs suivantes en millimètres :

1 (ou $0,9^1$) $0,9^1$, $0,9^2$, $0,9^3$ $0,9^4$

Deux chiffres significatifs seulement seront conservés pour les résultats.

2° Les pas des vis sont donnés par la série décroissante ci-dessus ; chaque pas étant les $9/10$ du précédent, mais deux chiffres significatifs seulement étant conservés dans son expression. La série ainsi obtenue est donnée dans la colonne 6.

3° En vue d'obtenir un système de petites vis d'un caractère international, les constructeurs anglais de vis, filières, etc., devraient adopter les pas donnés exactement en millimètres dans la colonne 6, qui, ainsi qu'il est expliqué dans le paragraphe 9, peuvent être obtenus avec un tour anglais. En outre, en vue d'éviter le fait qui se présente fréquemment, que les petites vis et filières, quoique nominalelement semblables, diffèrent sensiblement, en ce qui concerne le nombre de filets au pouce, on ne devra pas adopter l'usage de désigner ces vis par leur nombre de filets au pouce. Cependant, à titre de référence, le nombre approché de filets au pouce, calculé d'après le pas donné dans la colonne 6, est indiqué dans la colonne 4.

4° Les numéros distinctifs donnés dans la colonne 1, qui sont les indices des puissances auxquelles est élevé le nombre $0,9$ pour obtenir le pas, devront être poinçonnés près de chaque trou de filière et, si on le trouve désirable, les diamètres en millièmes de pouce (colonne 2) pourront être poinçonnés à côté de ces numéros d'ordre.

25. — Dans sa *Systématique des vis horlogères*, le professeur Thury a fait, pour les petits écrous employés dans les montres, les horloges et les instruments, ce qui a été fait, il y a quarante ans, par sir J. Whitworth, pour les vis plus grosses employées par les ingénieurs, et, de même que dans l'admirable système introduit par ce dernier, les règles qu'il a proposées sont basées sur les résultats obtenus en mesurant les dimensions d'un grand nombre de vis reconnues comme bien proportionnées par des hommes pratiques.

26. — La Commission ayant eu l'occasion d'examiner à la fois les vis et les filières

(pour les plus petites vis) faites d'après ce système est convaincue qu'il satisfait à toutes les exigences de la pratique. La Commission peut donc, avec confiance, recommander son adoption par l'Association Britannique, sous la réserve des légères modifications indiquées dans le paragraphe 3, et il se trouve, qu'incidemment, un avantage résultera de l'appui qu'il recevra sur le Continent et de l'extension rapide avec laquelle on peut espérer qu'il deviendra ainsi d'un usage général, car on ne peut douter que son adoption par un corps aussi important que l'Association Britannique n'ait une influence considérable sur son extension à l'étranger.

[La proposition pour la nomination de cette Commission n'étant pas parvenue à temps à la Commission des résolutions (*Committee of Recommendations*) à Southport pour permettre de la faire sanctionner par la Commission générale, le Conseil, en sa réunion du 6 novembre 1883, a demandé à la Commission de continuer son travail et a décidé de recommander à la Commission générale, à Montréal, de faire imprimer ce rapport parmi les rapports de la session.]

COMMERCE

L'ORGANISATION DU TRAVAIL AUX ÉTATS-UNIS, par **M. Maurice Alfassa** (1).

Ce n'est pas, comme le titre de cette communication pourrait, peut-être, à tort, le laisser supposer, du mouvement syndical sous une quelconque de ses formes, trusts ou groupements ouvriers, qu'il s'agit dans les pages qui suivent, mais de l'organisation du travail dans l'industrie, c'est-à-dire des rapports quotidiens et constants entre employeurs et salariés, à l'intérieur de l'usine, une fois que les conditions du contrat de travail ont été arrêtées d'un commun accord. Et par là nous serons amenés à étudier l'existence de l'ouvrier au point de vue économique et social.

Je m'attacherai à montrer la situation qu'il occupe à l'atelier ou au chantier, sa productivité, son esprit d'initiative et les résultats ainsi obtenus par l'établissement qui l'emploie, les modalités des salaires, les mesures prises pour assurer son confort pendant les heures de travail, et aussi, mais très brièvement, la manière dont il vit en dehors de l'usine.

Ce ne sont point les phénomènes d'exception, bien trop fréquents dans la grande République américaine comme en Europe, c'est-à-dire les crises, les conflits, les grèves que nous allons envisager ici, mais uniquement la vie normale des périodes de travail régulier pendant lesquelles rien ne vient troubler la production.

Mais auparavant, je voudrais dire, en peu de mots, en guise d'introduction, comment et pourquoi j'ai été conduit à m'occuper de cette étude et l'importance qui, à mon sens, s'y attache.

Il y a quelque quatre ans, des événements bien connus ont provoqué une crise grave, presque une révolution dans le monde syndical anglais.

Le Tribunal suprême du Royaume-Uni, la section judiciaire de la Chambre des Lords, proclamait, contrairement à une jurisprudence trentenaire, la responsabilité pécuniaire des Trade-Unions pour les dommages qu'elles pouvaient causer à autrui par leurs actes.

Profitant de la situation défavorable nouvelle qui venait de leur être faite, des employeurs assignèrent des Unions en dommages-intérêts considérables : c'est ainsi que la Compagnie des Chemins de fer de la Taff Vale réclama plus de

(1) Conférence du 12 mai 1905.

600 000 francs, pour faits de grève, à l'Union des employés de chemins de fer, et que l'Association des exploitants d'anthracite du Glamorgan et du Monmouthshire réclama plus de 1 200 000 francs à la Fédération des mineurs du Sud du Pays de Galles, pour rupture brusque du contrat de travail.

Ces procès retentissants se sont depuis lors déroulés devant les diverses juridictions britanniques.

Pendant la même période, l'on menait contre les Unions une très violente campagne de presse, dans le but de les discréditer dans l'opinion publique, qui leur était plutôt favorable.

Cette campagne tirait son importance, non pas tant des faits argués que de l'organe qui la faisait : le *Times*, dans onze fort longs articles, parus sous le titre de *La Crise de l'Industrie Britannique* accusait les syndicats de tyranniser leurs membres, de leur imposer la pratique du « *Ca'Canny* » ou restriction systématique de la production, pour le plus grand désavantage de l'Industrie nationale qu'ils menaient ainsi à sa destruction.

Ces griefs, ces accusations, nous les connaissons : que de fois les avons-nous entendu formuler en France contre nos organisations syndicales, et c'est presque un lieu commun que de parler, soit de la tyrannie syndicale, soit du « sabotage » dans les milieux industriels.

Le Musée Social pensant que cette crise du Trade-Unionisme présentait pour la France plus qu'un intérêt théorique, surtout au moment où la modification de la loi de 1884, sur les Syndicats professionnels était à l'ordre du jour, nous chargeait, M. Paul Mantoux et moi, d'aller procéder à une enquête en Angleterre.

Je ne répéterai pas les conclusions que nous avons rapportées, à la suite de notre voyage, car cela m'entraînerait trop loin ; elles ont fait l'objet d'un rapport qui a paru, d'ailleurs, dans la bibliothèque du Musée Social. Je me bornerai donc à rappeler que si nous avons, parfois, dans des cas isolés trouvé confirmation relative de certaines des accusations du *Times*, il nous a été absolument impossible de nous rallier aux conclusions de ce journal. De l'avis des plus grands industriels anglais que nous avons consultés sur ce sujet, il résulte d'une manière indiscutable, et nous avons recueilli là-dessus les témoignages les plus probants, que les griefs invoqués contre les Trade-Unions sont très exagérés et souvent inexacts, et qu'en tous cas leur généralisation ne peut pas se justifier.

Nous avons cependant entendu un certain nombre d'employeurs exprimer le regret, plus même que le regret, quelquefois, que l'ouvrier anglais ne fût pas favorable à l'introduction d'un outillage perfectionné, malgré qu'il doive en retirer de grands avantages, tandis qu'aux États-Unis, l'ouvrier, non seulement accepte volontiers les machines nouvelles, mais favorise leur emploi et les exige même.

Certains allaient jusqu'à dire que cette attitude des ouvriers anglais était la conséquence d'une tactique des syndicats, résolus à s'opposer à l'introduction des machines perfectionnées, économisatrices de main-d'œuvre; que leurs chefs trompaient systématiquement les Trade-Unionistes, et alors même qu'ils avaient pu, en visitant les États-Unis, se rendre compte des avantages qu'avait la classe ouvrière à faire usage de la machinerie perfectionnée, ils rapportaient des conclusions fausses à leurs commettants. Et nous entendions ce refrain : « Ah ! si les ouvriers savaient ! »

Ces accusations m'étonnèrent d'autant plus que, précisément pendant mon séjour en Angleterre, plusieurs des leaders ouvriers, de retour d'Amérique, publiaient dans des journaux corporatifs et politiques les impressions qu'ils rapportaient de leur visite des installations mécaniques qu'ils avaient parcourues.

William Abraham, entre autres, plus connu sous le nom de Mabon, membre du Parlement et l'un des chefs les plus écoutés des mineurs, faisait un éloge quasi dithyrambique, de l'outillage qu'il avait vu employer aux États-Unis.

J'exprimai ma surprise de leurs dires à mes interlocuteurs, et frappé de leur voir principalement attribuer l'attitude opposante des ouvriers à l'ignorance, voulue par leurs leaders, où ils sont laissés sur ces questions d'outillage, je leur demandai pourquoi ils n'avaient pas songé à faire les frais d'envoyer aux États-Unis, pour les professions intéressées, des commissions mixtes patronales et ouvrières, fournissant un rapport unique par profession, rapport dont les conclusions s'imposeraient à tous. Cette proposition me paraissait d'autant plus simple qu'elle ne constituait pas une innovation, qu'elle n'allait pas à l'encontre des habitudes nationales, étant donné qu'en Angleterre les commissions mixtes sont chose constante et qu'elles fonctionnent d'une manière permanente dans certaines industries, notamment pour la fixation des salaires et comme comités de conciliation. Elles ont empêché bien des conflits de se produire, arrêté le développement ou la généralisation de contestations sérieuses.

Cependant je dois dire que mon idée ne fut pas accueillie avec sympathie par certains patrons qui m'opposèrent une fin de non recevoir en m'affirmant, sans explication d'ailleurs, qu'elle était irréalisable. D'autres me firent cette réponse typique, et bien caractéristique de leur état d'esprit : « C'est vrai, votre suggestion est excellente, nous n'y avons pas pensé. » Mais aucun d'eux n'y donna suite.

Pourtant, quelques mois plus tard, j'apprenais qu'une commission ouvrière anglaise venait de partir pour les États-Unis, afin d'étudier l'organisation de l'industrie dans ce pays et les conditions d'introduction et d'emploi du machinisme perfectionné.

Ce que les employeurs n'avaient pas voulu faire collectivement, un particulier, M. Mosely, venait de l'entreprendre à ses frais : il emmenait avec lui en

Amérique vingt-trois délégués ouvriers, secrétaires des principales Trade-Unions, pour y étudier la situation. Il leur laissait toute liberté de formuler comme ils l'entendraient les conclusions, favorables ou non, auxquelles leurs enquêtes les auraient conduits. Il leur demandait seulement de les lui fournir en un rapport *ne varietur*, qu'il s'engageait à publier à ses frais, et à répandre à profusion dans les milieux ouvriers anglais, à titre documentaire.

M. Mosely est un homme possédant une fortune considérable qu'il a faite dans des entreprises industrielles et commerciales. Il est aujourd'hui retiré des affaires et consacre son activité, ainsi que sa fortune à des œuvres d'un caractère philanthropique spécial : il cherche principalement les moyens à employer pour redonner à la Grande-Bretagne l'essor économique qu'elle avait aux environs de 1870, et à ce titre aucune des caractéristiques du développement industriel d'un pays comme l'Amérique ne peut le laisser indifférent. Aussi se préoccupait-il depuis longtemps déjà de la différence dans l'attitude des ouvriers de ces deux pays vis-à-vis de la machinerie perfectionnée : d'où l'une des causes de la mission d'enquête qu'il organisa.

Au cours de la mission d'études sur le protectionnisme en Angleterre que la Société d'Encouragement m'a fait l'honneur de me confier l'année dernière, j'eus l'occasion d'être présenté à M. Mosely, et je n'éprouvai pas peu de satisfaction à l'entendre me dire que j'avais été, sans le savoir, l'instigateur de la Commission d'enquête Mosely. Mon idée lui avait été rapportée par certains des secrétaires de syndicats avec lesquels je m'étais entretenu de cette question du machinisme.

Je voudrais très brièvement résumer la substance des rapports des délégués, dont j'ai donné la traduction intégrale (1).

Depuis quelque vingt-cinq ans, le développement économique des États-Unis a été prodigieux : ce n'est pas lentement, progressivement, qu'il s'est accompli, mais, suivant l'expression anglaise si pittoresque, *par sauts et par bonds*.

C'est devenu un lieu commun que de parler du champ merveilleux ouvert à toutes les activités humaines, dans quelque branche que ce soit, qu'est ce pays.

La fertilité de son sol, ses Grands Lacs et ses fleuves constituant des voies de communication sans égales dans le monde pour les transports à bon marché, ses richesses naturelles si considérables qu'elles semblent à beaucoup pratiquement inépuisables, sont une explication générale et commode de son succès si rapide. C'est là sans doute le fait le plus considérable de l'histoire économique

(1) *Des conditions de la vie économique et sociale de l'ouvrier aux États-Unis*, traduit par Maurice Alfassa. Paris, 1904, Giard et Brière.

du monde pendant la seconde moitié du XIX^e siècle, par son intensité même et par les conséquences qu'il a eues et qu'il aura dans l'avenir.

Cependant, les économistes, les industriels, les techniciens qui ont visité les grandes installations de l'Amérique au cours des dernières années, ont été d'avis que d'autres causes avaient contribué pour une large part à cet essor sans précédent.

Ils sont revenus émerveillés de l'outillage si moderne, des machines économisatrices de main-d'œuvre si perfectionnées, sans cesse renouvelées, qu'ils avaient vu employer. Et beaucoup leur attribuaient la prospérité de l'industrie américaine. Cependant, sans vouloir diminuer en rien l'importance considérable du facteur machines, il faut chercher une autre explication, car ceux des industriels, qui, rentrés en Europe, ont parfois équipé leurs usines avec le matériel américain, n'ont pas, à beaucoup près, obtenu les mêmes résultats que de l'autre côté de l'Atlantique. Cette constatation a donné à penser à certains, dont M. Mosely, qu'il devait y avoir d'autres raisons de ce succès que celles ci-dessus indiquées. Ils se sont demandé pourquoi les résistances ouvrières que rencontrent en Europe les perfectionnements d'outillage, ne se rencontraient pas aux États-Unis, et comment on les avait empêchées de se produire, étant donné que les conditions générales sont les mêmes.

Si, pour nous borner à l'Angleterre, nous constatons dans ce pays l'existence d'une puissance syndicale considérable, nous ne pouvons nous dissimuler qu'il y a en Amérique de formidables organisations ouvrières, dont les conflits, quelquefois sanglants, avec le Capital sont bien connus. De même origine, de même essence dans les deux pays, fondés sur les mêmes principes, les syndicats ont employé des méthodes identiques. Comment se fait-il, qu'alors qu'on se heurte à une grande résistance en Europe, on soit parvenu à la faire disparaître en Amérique ?

Ce phénomène doit-il être attribué à des différences de race, ou à des méthodes industrielles différentes ?

Nous devons immédiatement écarter l'explication basée sur la différence des races, car aux États-Unis, la majorité, on pourrait même dire la quasi-totalité des ouvriers qualifiés, est anglaise, non pas seulement d'origine, mais en fait : elle est, en réalité, constituée par des ouvriers nés en Grande-Bretagne, qui y ont fait leur apprentissage complet, et qui n'ont émigré en Amérique qu'à l'âge de vingt-cinq ou trente ans.

Cependant, nous disent les membres de la Commission d'enquête Mosely, on est frappé par l'expression de mâle énergie, de décision, de volonté, de confiance en soi-même, qui se lit sur le visage de l'ouvrier américain, par l'esprit d'entreprise qui se manifeste dès qu'on cause avec lui : « Ce qu'un tel a fait, vous dit-il, en parlant des hommes qui ont réussi, pourquoi ne le ferais-je pas ? »

Mais cette différence dans l'apparence des ouvriers en Angleterre et en Amérique, si elle ne tient pas à une différence de race, a évidemment d'autres causes, qu'il nous est possible de discerner.

Décidés avant tout à réussir sur le terrain de la production mondiale et à se classer au premier rang, et convaincus qu'au moment où ils entraient en lice, l'intensité de la concurrence internationale était telle que, malgré les prodigieuses richesses naturelles dont ils étaient pourvus et les avantages qu'ils en tiraient, le succès ne pouvait s'obtenir que par l'abaissement du coût de production réalisé d'une manière constante et continue, les industriels d'Amérique ont dirigé leurs efforts dans ce sens.

Ils ont senti qu'à ce point de vue deux nécessités s'imposaient à eux :

1° Réduire les frais généraux et supprimer dans la plus large mesure la concurrence nationale, par les groupements de capitaux, la suppression des intermédiaires, la mainmise sur les transports des matières premières, la spéculation intense par région et par établissement : d'où les Trusts.

2° Introduire des machines perfectionnées, économisatrices de main-d'œuvre, d'autant plus nécessaires que la main-d'œuvre est plus difficile à se procurer et plus coûteuse.

Faire donner aux machines leur plein travail.

Si, pour le premier de ces deux objets, le succès dépendait uniquement de la volonté des chefs d'industrie, des capitalistes, de la réalisation d'ententes complètes entre eux, sauvegardant tous les intérêts des participants (et à ce point de vue les employeurs américains nous ont montré ce dont ils étaient capables), il en allait tout autrement pour les machines. Ils se heurtèrent, tout d'abord, comme en Europe, à une forte hostilité des ouvriers aux perfectionnements d'outillage dont la conséquence immédiate, même si plus tard ils provoquent une augmentation dans la demande, est dans le présent un déplacement de main-d'œuvre, privant d'emploi, jusqu'à la période de roulement normal, un grand nombre de travailleurs.

Malgré toute leur puissance, les industriels sentirent que la résistance des Trade-Unions était telle qu'ils ne pourraient pas la vaincre, en dépit de l'appui qu'ils trouvaient dans le *Free Labour* ou syndicats jaunes, dont la qualité de travail est de l'avis général très inférieure.

Sentant que par les moyens employés jusqu'alors, la lutte serait stérile, ils appliquèrent leurs capacités d'organisation et de direction à chercher d'autres méthodes plus rationnelles pour réaliser leurs conceptions.

D'une part, ils étaient décidés à ne pas céder sur le principe de l'introduction des machines nouvelles, et d'autre part ils étaient également convaincus que, puisque *Time is Money*, toute perte de temps leur était infiniment préjudiciable, et constituait pour eux une perte irrécouvrable. Ils ont pensé que des moyens

pacifiques et de persuasion leur donneraient de meilleurs résultats que la contrainte qu'ils avaient cherché à exercer.

A l'état de lutte sourde, ils ont voulu substituer une ère d'entente; ils ont compris que, s'ils voulaient réussir, il fallait tâcher de convaincre l'ouvrier qu'il était de son intérêt de laisser introduire un outillage perfectionné et qu'il ne fallait pas lui imposer la machine nouvelle contre son gré.

Mais comment convaincre l'ouvrier? Par le raisonnement ou la persuasion? En lui prouvant que l'introduction de la machine était conforme à son intérêt? La méthode employée en Angleterre n'avait pas donné de bons résultats, car aux promesses d'un avenir meilleur les ouvriers opposaient l'immédiate réalité: le perfectionnement, c'est le déplacement de main-d'œuvre, le chômage forcé, la misère qu'il entraîne, et cela, la solidarité syndicale fait aux travailleurs un devoir de s'y opposer. C'est une source permanente de conflits.

C'est ici que nous voyons apparaître l'ingéniosité américaine: les chefs d'entreprise se rendirent compte qu'ils échoueraient par la persuasion, comme leurs confrères continentaux; mais ils virent, par contre, qu'un mobile personnel existait dans le mobile collectif de refus, et que les ouvriers, en dehors de la solidarité, avaient un autre motif; ils craignaient dans la machine nouvelle un instrument destiné à réduire leurs salaires par l'offre plus grande de main-d'œuvre conséquence du déplacement, dû à l'introduction des perfectionnements. Les industriels des États-Unis pensèrent que s'ils pouvaient montrer aux ouvriers que leur situation personnelle serait améliorée par la machine, la principale raison de leur opposition disparaîtrait, que l'intérêt personnel l'emporterait sur l'intérêt collectif. Ils se décidèrent à employer cette méthode: montrer de façon tangible à l'ouvrier-individu qu'il bénéficiait des perfectionnements: c'est-à-dire, qu'il en résultait pour lui une augmentation de salaire et partant une amélioration de condition.

« Il faut, dit M. Mosely dans sa préface, se rappeler que les manufacturiers et financiers américains savent ce qu'ils veulent et sont prêts à faire aujourd'hui de gros sacrifices en vue des profits de demain.

« On m'a envoyé une coupure d'un journal américain sur la méthode de rémunération des ouvriers d'après les résultats de leur travail. Il nous éclaire de façon frappante sur la différence qu'apporte une extra-production sur le profit des manufacturiers et les salaires des ouvriers. Cette coupure a été extraite d'un article récemment publié dans la *Contemporary Review* par M. Major C. C. Townsend; il relate que dans une aciérie, non loin de New-York, les ouvriers sont payés d'après les résultats obtenus par eux, et s'ils s'élèvent au-dessus de la normale, leur salaire s'accroît plus que proportionnellement: « Le nombre habituel de coulées que l'on peut obtenir par poste est de onze; mais, en apportant plus de vigilante attention à tous les détails, en

accomplissant le travail et le piquage du feu d'une façon scientifique et incessante, on peut arriver parfois à une coulée supplémentaire. Les salaires des ouvriers de hauts fourneaux, lorsqu'ils font onze coulées, est de 40 dollars; s'ils en font douze ils reçoivent 80 dollars. » Ce système est la clef de voûte du succès des Américains. Je ne sais pas jusqu'à quel point les délégués ont compris que ce qui fait la différence entre de gros profits et des profits nuls, entre un taux élevé de salaires pour les ouvriers et le niveau comparativement très bas des salaires dans ce pays-ci, c'est la rapidité considérable des machines, le haut degré de spécialisation du travail, grâce auquel chaque homme devient expert dans sa partie, ce qui signifie : efficacité et production plus grandes. En outre, c'est le petit nombre de bras pour le service des machines et aussi l'excellente organisation des usines, qui économisent du temps et du travail.

« Comment le manufacturier américain peut-il payer 50, ou 100 p. 100 et même davantage en certains cas, en plus de nos salaires, et être à même de lutter avec succès sur les marchés du monde? — La réponse est qu'ils le peuvent, grâce aux petites économies ci-dessus mentionnées qui échappent à l'œil nu. L'exemple précédemment indiqué, dans lequel le salaire normal, dans une aciérie, est doublé pour une coulée supplémentaire est des plus frappants. Les ouvriers gagnent le double et le manufacturier réalise également un profit. En réalité la douzième coulée ne lui coûte que le prix des matières premières; et cela est vrai pour toutes les industries et pour tous les cas.

« Il est hors de doute que l'ouvrier américain obtient un salaire plus élevé que l'ouvrier anglais. Comme conséquence, l'ouvrier marié possède, en général, sa maison, et l'économie de loyer lui fait prendre racine dans le pays et lui permet en outre de mettre de l'argent de côté ou de se procurer d'autres améliorations à son sort. »

Comment ce résultat a-t-il été atteint? C'est ce que nous apprennent les délégués dans leurs rapports.

En dehors du facteur Richesses naturelles, qui donne aux États-Unis un avantage sur leurs concurrents moins bien dotés, avantage que ceux-ci ne peuvent absolument pas rattraper par ailleurs, les délégués, et avec eux M. McClellan, sont unanimes à considérer que les causes du succès industriel de l'Amérique sont au nombre de quatre principales :

- 1° L'Esprit d'entreprise.
- 2° La Machinerie perfectionnée et l'outillage moderne.
- 3° L'organisation intérieure des Usines.
- 4° La Collaboration réelle, efficace des Ouvriers et de leurs Employeurs.

Parmi ces causes de la supériorité de l'Amérique, il en est qui lui sont propres et qui ne sont point compatibles avec l'organisation sociale et écono-

mique de nos pays d'Europe, organisation reposant sur des bases toutes différentes.

Il est bien certain, par exemple, que nous ne pouvons songer à rivaliser avec les États-Unis, dans la voie tant de l'esprit d'entreprise que dans celle des transformations incessantes d'outillage, et cela pour des raisons profondes sur lesquelles je reviendrai, mais par contre, je suis convaincu qu'il ne dépend que de nous, si nous en avons le désir, de nous inspirer des mêmes principes et partant d'arriver aux mêmes résultats que les industriels américains, en tout ce qui touche soit à l'organisation de la production à l'intérieur des usines, soit aux rapports particuliers du Capital et du Travail.

1° Esprit d'entreprise.

L'esprit d'entreprise des Américains est proverbial : c'est presque un lieu commun que de le rappeler.

Les conceptions grandioses de tous ordres, encore qu'elles ne soient pas toujours grandes dans leur exécution et qu'elles aient parfois plus pour but de frapper l'imagination que de répondre à un besoin véritable ou de durer, les entreprises semblant le plus téméraires, en l'état des connaissances au moment où elles furent conçues, ont généralement été couronnées de succès. « La fortune sourit aux audacieux », dit un proverbe : il ne s'est jamais mieux appliqué qu'aux États-Unis.

L'esprit d'entreprise indéniable qui y règne est une des caractéristiques de ce pays. Comment s'explique-t-il ?

On en a donné de très nombreuses raisons, dont, à mon sens, les deux plus frappantes sont la jeunesse industrielle du pays et le mépris de l'argent engendré par l'extrême amour de l'argent.

D'une part, en effet, le champ si étendu ouvert à l'activité humaine, le développement nécessaire de contrées immenses, la mise en valeur de richesses, tant agricoles que forestières ou minérales, ont incité les initiatives à se produire dans toutes les directions, parce qu'elles avaient de grandes chances de réussir et d'être fructueuses : le pays était vaste, il pouvait jouer un grand rôle économique et tout y était à créer. Comme le succès appelle le succès, il devait suffire, et il a suffi en effet, que quelques-unes des tentatives fussent heureuses, pour en susciter de nouvelles plus nombreuses et plus audacieuses.

D'autre part l'on sait la puissance exercée par l'argent aux États-Unis, le prestige s'attachant aux grosses fortunes et à leurs possesseurs : être l'un de ces « Rois » telle est l'ambition de tout Yankee vraiment digne de ce nom.

La médiocrité dans la fortune, l'aisance même, lui semblent insupportables. Tout au plus les accepte-t-on comme un état transitoire dont il faut sortir en

abandonnant les sentiers battus, pour accomplir quelque tentative grandiose.

Chacun se remémore avec quelque satisfaction l'origine modeste des « Rois » du pétrole, de l'acier, des chemins de fer, etc. ; on parle avec admiration de tel ou tel des milliardaires, qui, dans sa jeunesse, vendait des journaux dans les rues de New-York ou de San-Francisco, et qui, par son travail, son ingéniosité, sa persévérance, son intelligence, et « *grâce aussi un peu à la chance* », s'est élevé à sa situation actuelle. — Et, dans ce pays où l'on voit des fortunes considérables se constituer, disparaître et se reconstituer en quelques années à peine, il semble à la plupart qu'il ne dépend que d'eux de réussir. L'on sait que le succès ne peut s'acquérir qu'au prix de grands risques, et c'est pourquoi on se lance dans des entreprises quelque peu aventureuses. L'on sait que si elles réussissent, le but poursuivi sera atteint ; si elles échouent, on ne se laissera pas décourager pour si peu, on recommencera dans une autre direction et l'on sera vraisemblablement plus heureux ; et en fait, avec tous les besoins existants dans un pays en plein développement, tous les besoins nouveaux qui se créent, il y a d'innombrables occasions de succès.

Cette insouciance, cette témérité dans les entreprises se comprennent, nous disent les membres de la Commission Mosely, quand on entend un interlocuteur vous déclarer, en parlant d'un Vanderbilt, d'un Rockefeller, d'un Pierpont Morgan, etc. : « Celui-là est un « *self made man* », quand il était jeune il n'était pas plus riche que moi. Pourquoi ne ferais-je pas ce qu'il a fait ? »

On ne veut, en effet, reconnaître aux milliardaires d'autre supériorité que celle d'avoir réussi. On les admire, on les envie parfois précisément pour le succès qu'ils ont obtenu. Et ce sentiment suscite l'émulation des hommes, provoque leurs initiatives si audacieuses.

Or il est bien évident que dans notre vieille Europe, aux champs d'activité restreints où les fortunes sont si difficiles à constituer, on ne veut pas risquer de les compromettre, parce qu'une fois qu'elles le sont, on se trouve le plus souvent en face d'une situation définitive. Il faut chez nous qu'une entreprise nouvelle ou une invention aient démontré leur valeur incontestablement, pour qu'on y engage des capitaux.

Le mot « *Industrie* » signifie pour beaucoup : risques et aléas. Il effraye la petite épargne en Angleterre et en France surtout : elle se confine dans les placements de tout repos, dans la Rente ou les obligations de Chemins de fer, elle s'affole quand, pour une raison quelconque, elle constate des fluctuations de cours des valeurs industrielles suivant les variations momentanées du marché, elle redoute les crises, et si quelque baisse accidentelle survient, elle s'affole, elle croit tout perdu. Et lorsque par hasard la petite épargne se laisse entraîner à faire quelque placement d'industrie, on peut être certain qu'il s'agit d'entreprises étrangères, des plus aléatoires, qui la séduisent par la promesse de divi-

dendes fabuleux. La réalité est souvent tout autre; et les petits rentiers s'éloignent alors de plus en plus de l'Industrie Nationale. Aussi, alors même qu'il se produirait chez nous des initiatives aussi hardies qu'en Amérique, elles seraient rendues stériles parce qu'on ne voudrait pas donner les moyens matériels de les réaliser.

En Europe, la tradition, la timidité, mettent, nous l'avons vu, un frein à l'esprit d'entreprise, stérilisent très souvent les initiatives; aux États-Unis, au contraire, la situation est toute différente. Dans ce pays jeune, manquant de traditions, dans lequel on n'est pas retenu par les enseignements de l'expérience personnelle, dans ce pays qui fut jusqu'ici toujours heureux dans ses tentatives les plus hardies, on a moins, ou l'on n'a même pas conscience des risques; l'on est convaincu, si l'on veut me permettre de faire usage de cette expression quelque peu triviale, que l'on retombera sur ses pieds, et l'on tente ce que l'on n'oserait pas dans d'autres pays.

L'Amérique veut également faire « toujours plus grand » qu'ailleurs et l'idée qu'elle pourrait être inférieure en quelque chose à « la vieille Europe » qu'elle méprise, lui est absolument intolérable : ceci encore contribue, pour beaucoup, aux initiatives.

2^e *Machinerie perfectionnée et outillage moderne.*

Pour la très grande majorité des Européens, le mot États-Unis est synonyme de Machinisme extrêmement perfectionné et moderne. L'on a rarement vu, en fait, pour ne pas dire jamais, semblable éclosion d'inventions admirables et diverses, simplifiant la tâche de l'ouvrier et augmentant considérablement sa productivité.

Le grand principe directeur aux États-Unis, on pourrait même dire la règle invariable de conduite, est l'*Économie* apportée, sans cesse, dans la fabrication, non pas seulement l'économie importante, portant en soi-même son résultat, mais surtout, l'accumulation des petites économies, qui paraissent insignifiantes, mais dont la somme forme un total considérable; et toutes les fois qu'une machine réalisant un perfectionnement vient à être découverte — perfectionnement soit par l'accroissement direct de la production, soit par la réduction des pertes de temps, — on l'adopte, dans un grand nombre d'établissements, quelle que soit la date de l'introduction de la machine dernière, antérieurement installée, sans se préoccuper de ce qu'elle va devenir : le plus souvent on la jette à la ferraille.

On n'est pas retenu, comme en Europe, par des considérations d'amortissement.

Tandis qu'en France, qu'en Angleterre, en Belgique, une machine nouvelle

doit durer tant d'années, parce qu'elle doit être amortie en tant d'années, pour ne pas grever trop lourdement les charges de l'entreprise et ne pas constituer un placement improductif, en ce sens que l'économie de fabrication résultant de l'introduction de cette machine serait inférieure ou égale aux charges d'amortissement, en Amérique on part d'un principe entièrement différent :

Il faut, avant tout, réaliser des économies dans le coût de production, et toute machine ou tout perfectionnement le permettant doit être introduit immédiatement, quelle que soit la date de l'introduction de la machine précédente ou quel que soit son prix. Car, c'est la machine qui, par son travail, s'amortit d'elle-même, sans qu'il soit besoin d'en tenir compte dans les écritures, et par conséquent, si l'on vient à en découvrir une meilleure que celle actuellement en service, celle-ci ne vaut rien, donc il faut immédiatement la changer.

Ce raisonnement repose sur la conception suivante : au bout de fort peu de temps, la machine considérée en soi, dans son individualité propre, sans tenir compte des contingences, a, par son travail, remboursé son prix d'achat, et donne des bénéfices.

Ce raisonnement a amené les Américains à une conception tout autre que la nôtre des principes directeurs des constructions mécaniques. On ne fait pas des machines pour durer le plus grand nombre d'années possible, mais des machines susceptibles de produire une quantité donnée de travail. Aussi ne trouve-t-on point aux États-Unis de machines semblables à cette locomotive que je vis récemment sur la ligne de l'Est : construite en 1860, on en avait successivement changé ou transformé toutes les parties, de la chaudière aux roues en passant par les cylindres, le foyer et sans doute aussi la cheminée, comme en faisaient foi les diverses plaques ornant le bâti.

Les industriels américains sont convaincus que fort peu de temps après qu'une machine est en service, on en trouvera une valant mieux, ne fût-ce qu'en corrigeant ses défauts.

D'autre part, il est de règle de faire fonctionner les machines à la vitesse maxima pour laquelle elles sont construites ; en un mot on les surmène. « Et si elle vient à casser ? demanda un délégué, au cours d'une des visites. — Si la machine ne peut résister à l'effort qu'on lui demande, lui fut-il répondu, c'est qu'elle est impropre à l'usage auquel nous la destinons : c'est donc qu'elle ne vaut rien pour nous. Le plus tôt elle nous montrera sa faiblesse, le meilleur ce sera pour nous. Nous la remplacerons par une nouvelle qui fera le travail nécessaire. »

Ces remplacements incessants de machinerie se trouvent facilités par la très grande rapidité avec laquelle les constructeurs livrent les commandes.

Il y a une autre cause de la rapidité de marche plus grande des machines,

qui dans certains cas, les tissages notamment, atteint au double de ce qu'elle est généralement en Europe : outre son prix, la machine représente, par l'emplacement qu'elle occupe dans l'usine, un capital de premier établissement de... le rendement de ce capital, et partant sa rémunération, seront d'autant plus grands que la rapidité de marche de la machine sera plus grande.

Dans quelques usines, dont celles de la « National Cash Register Co » de Dayton (Ohio), on relève cette inscription dans les ateliers : « Le machinisme perfectionné rend les ouvriers plus coûteux et leurs produits moins chers. »

Comme nous le rappelions ci-dessus, les industriels des États-Unis estiment qu'il n'y a pas de petites économies, aussi emploient-ils dans leurs établissements tous les appareils économiseurs de main-d'œuvre, — pour l'alimentation des machines, pour recevoir les produits intermédiaires ou finis, etc., — même si chacun d'eux ne donne qu'une faible réduction du coût de production, car la totalisation de ces réductions se répercute d'une manière très importante sur le résultat final. Il faut absolument éviter les retards et fournir du bon travail ; c'est encore une des règles générales que nous retrouverons tout à l'heure.

On conçoit aisément tous les avantages dérivant de cette politique économique ; mais, il est bien évident, par contre, que si elle convient aux États-Unis, qui sont dans la période ascendante de leur développement industriel, elle ne saurait être appliquée intégralement chez nous qui avons atteint, à très peu près, notre maximum de développement. Nous pouvons, cependant, à tout le moins, en tirer quelques enseignements utiles, dont il nous serait loisible de profiter. Si nous ne pouvons renoncer à nos méthodes d'amortissement du matériel, à notre gestion prudente, qui est tout à l'honneur de nos manufacturiers, et si par conséquent il ne peut être question chez nous de transformations radicales fréquentes d'outillage, comme en Amérique, nous devrions cependant nous inspirer du même principe de construction mécanique, et faire des machines fortes, solides, mais de moins longue durée, représentant un moindre capital de premier établissement, et par suite susceptibles d'être renouvelées plus fréquemment, surtout après une découverte nouvelle.

Il ne rentre pas dans le cadre de cet exposé de donner des descriptions techniques des machines perfectionnées, pour la plupart merveilles d'ingéniosité et de précision dans l'exécution des moindres détails ; je voudrais simplement signaler l'extension qu'a prise leur emploi, ainsi que l'une des machines les plus caractéristiques. A la « National Cash Register Co » de Dayton, où l'on fabrique des caisses enregistreuses et totalisatrices du montant des achats, il y a un outillage spécial approprié pour la confection des plus petites pièces, certaines parties du montage sont exécutées mécaniquement et jusqu'aux vis les plus ordinaires, tout est fabriqué à l'intérieur des ateliers.

Ce n'est pas seulement dans les industries mécaniques que la machine est souveraine: on a perfectionné son emploi jusqu'à un point qu'il est difficile d'imaginer dans les fabrications où son usage semblait le moins susceptible d'extension, parce qu'elles paraissaient devoir exiger toujours l'intervention de la main de l'homme pour les opérations demandant une précision particulière.

C'est ainsi, par exemple, que dans les manufactures de chaussures, l'empaigne, tout entière, est faite mécaniquement et qu'un dispositif très ingénieux permet de lui donner sa forme et de la coudre sans que la présence de l'ouvrier soit nécessaire, autrement que pour exercer une surveillance sur la marche de l'appareil; une autre machine coud les tiges aux empignes, après que celles-ci ont été, toujours mécaniquement, fixées aux semelles.

M. T. A. Flynn, le secrétaire de l'Union des Tailleurs, dit, dans son rapport, combien il a été émerveillé par la multiplicité des appareils qu'il a vus en service dans les ateliers de confection visités au cours de son voyage.

Le *Planographe* qui doit, d'après les dires de techniciens comme M. C. W. Bowermann, secrétaire de l'Union des Compositeurs de Londres, et M. J. D. Kelley, de l'Union des Imprimeurs-Lithographes de Grande-Bretagne et d'Irlande, causer une véritable révolution dans l'imprimerie, mérite une mention particulière.

Le « planographe » doit porter un coup mortel à la typographie, au profit d'un système d'impression qui participe à la fois de la lithographie et de la phototypie.

L'appareil se compose d'une machine à écrire de type spécial, dont le clavier comporte 40 touches, portant chacune 5 caractères ou impressions différents et commandant 5 roues à 195 caractères. Son poids est très faible, puisqu'il atteint à peine 50 livres anglaises, et son encombrement minime: la surface n'étant guère que de 75 centimètres sur 50.

Les caractères s'impriment sur une sorte de papier calque, qui permet de transporter directement l'impression sur une plaque mince de métal; il suffit de fixer celle-ci sur le cylindre de la machine rotative, pour tirer autant d'exemplaires qu'on le désire.

La rapidité du travail est très grande puisque, par journée de six heures, une machine imprime 50 000 unités de types espacés, suivant les mots. On peut également obtenir des planches unies ou en couleurs avec la même machine et leur impression est extrêmement bonne, nous dit M. Bowermann. Un dispositif remarquable permet d'obtenir des impressions également bonnes sur trois papiers d'épaisseurs différentes, successivement introduits dans la machine: papier à journaux, papier fibreux à base de soude et papier pelure transparent.

Comme on le voit, le très grand intérêt de cette invention est qu'elle supprime entièrement l'emploi des caractères d'imprimerie en métal. La machine

se manœuvre à l'air comprimé; d'après l'inventeur le coût du travail le plus compliqué avec le « planographe » est inférieur de 50 p. 100 à ce qu'il est avec les linotypes.

« Le fait incontestable, écrit M. Bowermann, est que l'on imprime sans que des caractères spéciaux aient été placés ou obtenus par fusion, comme dans la linotype : la machine à composer imprimant les caractères directement sur le papier calque; la justification de la production étant faite automatiquement et sans calcul de la part de l'opérateur; l'impression est transférée sur une plaque de métal uni et tirée sur un cylindre ou une presse rotative absolument sans apprêt. »

3° Organisation intérieure des usines.

Comme nous avons déjà eu occasion de le dire, aux États-Unis, l'économie de temps est la règle absolue :

Économie de temps résultant de l'emploi de l'outillage perfectionné économisateur de main-d'œuvre, mais non de salaires individuels. Économie de temps due à la disposition intérieure des usines.

Là où l'outillage est très moderne, en dehors des machines proprement dites, exécutant mécaniquement le travail avec le plus grand fini désirable, on voit fonctionner tous les perfectionnements réalisés pour le chargement automatique des appareils d'alimentation en matières premières, pour l'évacuation des produits, machines puissantes et ingénieuses.

Dans la plupart des installations métallurgiques, des ateliers de constructions mécaniques et électriques, travaillant de grosses pièces, les machines-outils, servant aux opérations successives, se transportent automatiquement auprès de la pièce à travailler, sans que l'intervention des ouvriers soit nécessaire autrement que pour commander mécaniquement ce déplacement; c'est à l'inverse de ce qui se passe dans le plus grand nombre des usines européennes.

Dans certains laminaires, à Vandergriff notamment, depuis le moment où les blocs d'acier sortent des fours de réchauffage, jusqu'à celui où ils quittent l'usine, sous forme de rails, de poutrelles, etc., y compris le chargement sur les wagons, toutes les opérations, sauf parfois celle du doublage, se font automatiquement, sans intervention de main-d'œuvre. Mais la conduite des diverses machines est confiée à des ouvriers qualifiés, dont le travail revient, en fin de compte, moins cher que celui des *Mechanics* ou manœuvres spécialisés.

La disposition intérieure des usines permet également de réaliser de notables économies dans le prix de revient.

Tout d'abord, l'on est arrivé à cette conclusion que *les produits ne doivent jamais revenir en arrière.*

Aussi les installations occupent-elles une grande superficie : les opérations successives et les machines nécessaires à leur accomplissement sont dans le prolongement les unes des autres suivant le mode le plus rationnel pour éviter les pertes de temps et les transports inutiles. Et ceci est la caractéristique commune à toutes les usines, qui les différencie très nettement des établissements de nos pays. Ces dispositions en longueur sont absolument générales et ne sont nullement corrélatives de la possession d'un outillage tout à fait moderne : contrairement à une opinion très répandue, il est encore en Amérique beaucoup d'installations (elles représentent, en fait, environ les 50 à 55 p. 100 de la production) dans lesquelles la machinerie n'est pas plus moderne que dans nombre des belles usines de France et d'Angleterre, et remonte à dix, quinze, ou même vingt ans. Cependant on ne voit jamais aux États-Unis, comme cela se rencontre encore fréquemment chez nous, des établissements dans lesquels la production est très inférieure à ce qu'elle devrait normalement être avec l'outillage dont elles disposent, parce que la marche des produits fait perdre un temps considérable, comme par exemple dans telle usine de construction mécanique des environs de Manchester où les produits passent du rez-de-chaussée au dernier étage, pour redescendre au premier, remonter et redescendre trois ou quatre fois, d'une manière absolument irrationnelle, avant que d'être achevés.

Comme nous le disions plus haut, non seulement, aux États-Unis, on amène les machines-outils sur les pièces à travailler afin de réaliser une économie de temps, mais on a de plus en plus l'habitude de commander chacune de ces machines par un petit moteur électrique, afin de la rendre absolument indépendante dans sa marche ; on est convaincu qu'au bout de l'année, l'économie réalisée dans la dépense de force motrice par la répétition des arrêts du moteur, fussent-ils chacun d'une fraction de seconde seulement, est considérable, et qu'il n'y a pas d'économie, si minime soit-elle, qu'un chef d'industrie ait le droit de négliger.

On tend également de plus en plus à placer *the right man in the right place*, c'est-à-dire que la direction commerciale et la direction technique sont nettement distinctes, car on estime, à juste titre, que chacune d'elles nécessitant des capacités spéciales, elles ne sauraient être toutes deux confiées à la même personne et que leur séparation donne les meilleurs résultats. L'étude des plus petites questions y relatives est confiée à des spécialistes, qui s'efforcent, dans la solution qu'ils y apportent, de s'inspirer toujours du principe qu'il y a toujours moyen de réaliser des économies en remédiant aux plus petites imperfections de l'organisation et qu'aucune économie ne doit être négligée.

Nous allons immédiatement trouver l'une des conséquences heureuses de cette division des attributions dans l'organisation des usines, ou mieux des

ateliers, au point de vue du personnel. C'est une question sur laquelle il y aura lieu de revenir, dans une autre partie de cette étude.

Nullement dans un but de philanthropie, toujours inexistante, et volontairement inexistante chez les industriels américains, les ateliers sont chauffés en hiver. Les employeurs se sont résolus à cette dépense supplémentaire parce qu'ils trouvent que le froid abaisse, de façon appréciable, le coût de production : en effet, quand la température de l'atelier est très basse en hiver, les ouvriers ont les mains gelées, les doigts gourds, ils ne peuvent manier que difficilement leurs outils, et l'efficacité de leur travail s'en ressent. Il est incontestable que là où les ouvriers ont à manipuler à la main des métaux, la production individuelle est inférieure, en Angleterre, pendant l'hiver à ce qu'elle est pendant l'été. Par le chauffage des ateliers, facile à obtenir d'ailleurs, la productivité de chacun se trouve très sensiblement accrue, pour le même effort individuel.

La très forte chaleur n'est d'ailleurs pas plus favorable, et d'une manière générale on peut dire que les températures extrêmes sont mauvaises au point de vue du rendement humain : aussi, pour des raisons semblables à celles qui font chauffer les ateliers en hiver, les ventile-t-on en été.

C'est encore pour obtenir le maximum de productivité par homme que chaque ouvrier, dans les usines américaines, a sous la main tous les outils dont il peut avoir besoin. Jamais, si ancien que soit l'outillage, on ne verra, aux États-Unis, comme cela est de pratique courante en Angleterre, la même brosse, la même pelle, etc., servir aux ouvriers d'une même équipe, dans les fonderies par exemple, sous prétexte qu'ils n'auront pas à en faire usage tous à la fois. Il en résulte une perte de temps considérable, nous affirment les délégués métallurgistes de la Commission Mosely. En Amérique, le souci d'éviter ces pertes de temps, si préjudiciables à la bonne marche des ateliers, est poussé extrêmement loin : non seulement chaque ouvrier a individuellement tous les outils qui lui sont nécessaires ou seulement utiles même, mais comme on estime que le fait, pour lui, de se détourner de son travail pour les prendre, est une distraction, lui faisant perdre, si j'ose m'exprimer ainsi, le fil de son occupation, on lui adjoint un manœuvre, chargé uniquement de lui passer les divers instruments au moment où il a à s'en servir et de les lui reprendre après usage : 10 p. 100 de la plus grande productivité de l'ouvrier américain, sont, au dire des industriels, attribuables à ce seul détail de l'organisation intérieure des usines, comprise dans un esprit nettement commercial. Or, c'est là un exemple, qui peut être suivi dans tous les pays, et dans toutes les industries ; son résultat sera, économiquement, beaucoup plus satisfaisant en Europe que de l'autre côté de l'Atlantique, parce que le coût de la main-d'œuvre des manœuvres est chez nous très sensiblement inférieur à ce qu'il est là-bas. Il suffit, pour réussir dans cette direction, de ne pas se laisser aveugler par la rou-

tine, et de ne pas refuser de voir les enseignements qui nous sont fournis par d'autres peuples; en un mot, s'il ne faut pas par principe être convaincu que ce que font les autres est meilleur que ce que nous faisons, il ne faut pas non plus se persuader, comme l'ont fait longtemps les Anglais, qu'ils avaient en toute chose les meilleures méthodes et les procédés les plus remarquables et que personne ne pouvait faire mieux qu'eux.

Un des autres éléments de la productivité plus intensive des ateliers américains est que l'espace réservé à chacun est sensiblement supérieur à ce qu'il est dans nos pays, et que les ouvriers n'étant pas les uns sur les autres peuvent se mouvoir à leur aise, et ne se gênent pas mutuellement dans l'exécution de leur travail.

En résumé, il est très évident qu'il est facile, dans nos vieux pays, de pallier dans une large mesure aux inconvénients que nous avons signalés : on commence à s'en rendre compte aujourd'hui en Grande-Bretagne.

4° Collaboration réelle, efficace des ouvriers et de leurs employeurs.

Nous touchons au point culminant de cette communication : au rôle de l'ouvrier dans la production.

Et tout d'abord, nous voyons une première et considérable cause de succès : la collaboration réelle, efficace et féconde, la coopération, dans un grand nombre de cas, des employeurs et des employés, grâce auxquelles disparaît l'inquiétude de ce que seront les rapports du lendemain. De la communauté d'intérêts, de plus en plus tangiblement établie, — par quels moyens, nous le verrons tout à l'heure, — il résulte que, en fait, les deux facteurs Capital et Travail ne se considèrent plus, aux États-Unis, comme souvent en Europe, fatalement comme des facteurs dont les intérêts sont nécessairement inconciliables et dont l'antagonisme éclate forcément à un plus ou moindre degré.

Cet état de choses se traduit par des manifestations multiples.

« L'une des raisons de notre succès, disait un employeur à M. Mosely, est que nos ouvriers sont prêts à abandonner le mode de production qui leur est familier dès qu'on leur a démontré qu'il y a une méthode meilleure. »

C'est là une précieuse indication sur le système qui a fourni ce résultat et dont le mode de salaires est l'un des traits les plus caractéristiques et les plus symptomatiques.

« Mes observations personnelles, écrit M. Mosely dans la préface aux rapports d'enquête de sa mission, me font voir que le véritable manufacturier américain fait fonctionner ses machines avec une rapidité beaucoup plus grande qu'en Angleterre, en un mot il leur fait donner leur plein et les ouvriers secondent utilement leur employeur dans ses efforts dans ce sens. Les ouvriers,

dans leur ensemble, font-ils de même ici? Je crois que la réponse doit être négative.

« Pourquoi les systèmes sont-ils si différents? En Europe en général, en Angleterre en particulier, il a été de règle, pour les générations passées (et il en est encore le plus souvent de même aujourd'hui), que dès qu'un ouvrier gagne au delà d'un certain salaire, le prix de son travail doit être réduit; et l'homme trouvant qu'en travaillant davantage ou qu'en faisant fonctionner sa machine avec une rapidité plus grande (ce qui implique un plus grand effort) il n'obtient pas une rémunération supérieure, réduit ses efforts en conséquence. Si cela est vrai, pouvons-nous l'en blâmer? Que l'employeur considère les choses avec équité, qu'il se mette à la place de son ouvrier. Aux États-Unis un système tout différent a prévalu et les manufacturiers se montrent plutôt satisfaits des hauts salaires de leur personnel dès qu'ils peuvent réaliser un profit: ils disent que chaque individu occupe un espace de... dans la fabrique correspondant à un capital engagé de... et que, par suite, plus grande est la production de cet individu, plus grand est le profit du manufacturier, proposition rendue encore bien plus évidente en se rappelant que les frais généraux, dans une entreprise (qui sont toujours une lourde charge), sont pratiquement les mêmes comme total, que la production par ouvrier soit forte ou faible. Je suis convaincu que les manufacturiers anglais, s'ils veulent obtenir le meilleur rendement de leur personnel, *doivent arriver à une entente avec les Unions pour établir un tarif équitable pour le travail aux pièces, tarif qui ne sera pas réduit quand les ouvriers gagneront de hauts salaires.* Je suis sûr que le système est nécessaire si on veut les pousser à fournir leur plein effort.

« La machinerie doit fonctionner avec la plus grande rapidité possible, tandis que l'ouvrier doit sentir qu'il récolte les fruits de son travail, et que ces fruits sont assurés non seulement dans le présent, mais dans l'avenir. Dans un assez grand nombre d'industries, des Comités mixtes d'employeurs et d'employés se réunissent périodiquement pour fixer d'un commun accord le taux du travail aux pièces, et si pareille coutume était généralisée, je suis convaincu qu'elle serait avantageuse pour tout le monde; c'est ce qui a lieu en pratique dans toutes les industries en Amérique. »

Les ouvriers travaillant au temps sont bien payés: leur salaire est fixé d'après la moyenne de ce que gagnent de bons ouvriers aux pièces. Les bons ouvriers travaillant aux pièces gagnent d'autant plus qu'ils produisent davantage. Et leur intérêt est bien réel de beaucoup produire car il n'existe aucun maximum, en fait, comme nous les connaissons en Europe; les tarifs sont absolument et incontestablement équitables. Si on demande à un ouvrier de fournir un effort plus grand avec une machine à production plus forte, on établira un nouveau tarif basé de telle sorte que l'ouvrier soit assuré d'un salaire

non seulement équivalent à celui qu'il recevait pour un moindre effort, mais très sensiblement supérieur, afin qu'il reçoive une part équitable du profit supplémentaire, dont, par son surtravail, il fait bénéficier l'employeur.

Mais nous allons trouver maintenant une nouvelle cause de cette coopération entre employeur et employés, la plus puissante, la plus féconde en bons résultats dans le développement des rapports humains.

*
* *

Dans leurs rapports comme dans les questionnaires y faisant suite, les délégués, ainsi que le fait d'ailleurs M. Mosely, le promoteur de la Mission, dans sa préface, insistent tout particulièrement sur le fait que la distance séparant le chef d'industrie de son personnel, quel qu'il soit, est incomparablement moindre qu'en Europe.

Les ouvriers parlent librement à leur employeur, savent qu'ils peuvent s'adresser à lui dans tous les cas et que bon accueil leur sera réservé, si humble que soit leur position dans l'usine. Ils savent également que le véritable chef de l'entreprise, « vivant dans son industrie et ne planant pas au-dessus d'elle », écoutera lui-même ce dont ils auront à l'entretenir, et qu'il ne se bornera pas à communiquer avec eux par l'intermédiaire de ses ingénieurs, de ses chefs d'atelier, de ses contremaîtres, qui, étant dans une situation fautive, par suite de leur position intermédiaire et forcément mal définie, entre l'employeur et les travailleurs, sont par cela même beaucoup moins accueillants et conciliants que le chef responsable.

Alors qu'en Angleterre l'employeur vit surtout dans son cabinet, paraît rarement dans les ateliers, ne connaît pas personnellement ses ouvriers, et est même rarement connu d'eux, laissant à des subalternes le soin de s'occuper de l'organisation intérieure de la production dans ses grandes lignes comme dans ses détails, il en va tout autrement aux États-Unis, parce que la conception de l'industrie est différente.

L'on assimile volontiers, là-bas, le fonctionnement d'une usine à celui de quelque mouvement d'horlogerie fort complexe, dans lequel la plus petite irrégularité qui se produit dans un rouage, même secondaire, peut avoir une répercussion sérieuse sur l'ensemble et est certainement une entrave à la bonne marche. Aussi, cherche-t-on par tous les moyens à l'empêcher de se produire, et lorsqu'elle vient à se manifester, se préoccupe-t-on de la faire, incontinent, disparaître. Aucun détail n'est par conséquent indigne de l'attention du chef d'industrie.

Mais comment arriver, dans ces établissements immenses, à ce qu'aucun détail ne puisse échapper? La vigilance et la surveillance les plus grandes n'y sauraient suffire. Les Américains, gens fort ingénieux quand il s'agit de défendre

leurs intérêts, ont eu une idée excellente, qui, mise en pratique, ayant donné des résultats satisfaisants, se généralise d'année en année.

Toute personne employée dans un établissement, qui voit une irrégularité quelconque soit dans le travail qu'elle exécute, soit dans un autre service, doit immédiatement en faire part au chef de l'entreprise. Mais par quel moyen? Passer par l'intermédiaire des ingénieurs ou des contremaîtres est un procédé que l'on a écarté pour diverses raisons ; on a pensé que l'on n'obtiendrait pas ainsi les résultats voulus. D'une part, en effet, le passage par plusieurs bouches de ces communications risquait fort d'en altérer le sens, par des déformations, le plus souvent involontaires ; d'autre part les employeurs craignaient, non sans raison, que certains renseignements importants ne leur échappassent, soit qu'ils portassent sur quelque faute, ou quelque manque de surveillance de ceux-là mêmes qui eussent été chargés de porter les renseignements à leur connaissance, soit que ces intermédiaires, par crainte de se voir supplantés dans leurs fonctions ou de voir amoindrir leur autorité dans l'atelier, fissent le silence sur une idée ingénieuse de leurs subordonnés. Ce sont là, à la vérité, des faits bien connus. Les employeurs ont eu recours à une autre méthode : ils se font renseigner directement par leur personnel et ont pu éviter les jalousies. Voici comment : quiconque engage des ouvriers doit donner à l'employeur les noms des hommes qu'il a embauchés, chacun d'eux doit se présenter, le premier jour de son entrée en service, dans le cabinet du patron à une certaine heure ; là on lui assigne un numéro d'ordre, connu de lui seul et du grand chef de l'entreprise, numéro que celui-ci inscrit sur un registre particulier dont il a la garde. C'est sous le couvert de ce numéro qu'il pourra correspondre directement avec son patron et rester en contact permanent avec lui sans susciter de jalousies.

Dans beaucoup d'établissements, on a un registre de notes sur les ouvriers ; si l'un d'eux donne quelque cause de mécontentement, on se reporte à ce registre avant de prendre une décision à son endroit ; on sait ainsi s'il est sobre, actif, sérieux, bon ouvrier, et l'on découvre par ce moyen, nous dit M. Mosely, qu'en le congédiant, comme le premier mouvement amènerait à le faire, on se priverait de quelqu'un qui a rendu d'excellents services dans le passé, mais qui, pour une raison quelconque, *a fait un faux pas*. C'est un excellent moyen d'éviter des injustices et d'améliorer équitablement les relations du Capital et du Travail.

Le trait le plus caractéristique de l'organisation américaine du travail est, comme nous le disons plus haut, la collaboration réelle apportée par les ouvriers au succès de l'entreprise qui les occupe.

En dehors de l'effort physique que l'on exige partout de l'ouvrier, on lui demande, aux États-Unis, d'employer ses facultés son intelligence au profit de l'usine.

En Europe, un ouvrier qui fait montre d'initiative, qui suggère quelque idée

nouvelle ou qui propose un perfectionnement, s'attire quelque grossière rebuffade du contremaître auquel le patron délègue, en fait, son autorité absolue sur le personnel et dont les pouvoirs sont arbitraires. Il devient, dans ce cas, jaloux de son inférieur, et lui fait une de ces réponses que nous connaissons bien, et que, pour ma part, j'ai maintes fois entendues dans des ateliers, tant en France qu'en Angleterre : « *Occupez-vous de vos affaires, est-ce vous ou moi qui dirigeons cet atelier?* » ou : « *Si vous connaissez le métier mieux que moi, vous pouvez remettre votre veston et filer.* » ou encore celle-ci : « *Vous n'êtes pas payé pour réfléchir, mais pour travailler.* »

Y a-t-il lieu de s'étonner que l'ouvrier, qui voit accueillir ainsi ses efforts, se décourage, se désintéresse de plus en plus du succès de l'entreprise, qu'il s'assimile de jour en jour davantage à une machine, jusqu'à ce qu'il soit devenu ce *segment d'homme* dont parle Ruskin.

Aux États-Unis, au contraire, il est de pratique courante que l'on fasse appel à la bonne volonté du personnel et à son concours constant pour améliorer la production et l'accroître. Les propositions des ouvriers sont les bienvenues, car l'industriel américain s'est rendu compte que, bien souvent, ce n'est pas l'homme sédentaire, ingénieur ou employé, assis devant son bureau, qui, mettant en œuvre formules théoriques et connaissances scientifiques, grâce auxquelles il fera peut-être quelque sensationnelle découverte, sera à même d'indiquer le petit perfectionnement pratique, simplifiant considérablement le travail, et qui, par conséquent, sera très rémunérateur, mais le simple ouvrier pour cela supérieur au théoricien, à l'homme de cabinet : c'est l'ouvrier qui, exécutant pendant de longues heures le même travail ou conduisant du matin au soir sa machine est par ce fait le mieux à même d'en constater les imperfections et les causes et de se rendre compte des meilleures méthodes pour y remédier.

Et par suite, le chef d'industrie demande à ses ouvriers de lui fournir des indications, non seulement sur le côté mécanique, mais souvent sur la conduite générale de l'entreprise aussi. Ces suggestions examinées périodiquement sont récompensées lorsqu'elles sont ingénieuses ; on fournit même souvent à l'ouvrier les moyens de réaliser pratiquement ses idées. Pendant le temps qui lui sera nécessaire pour exécuter matériellement le dispositif dont il est l'auteur, il recevra son plein salaire, les matériaux dont il peut avoir besoin, et on lui donnera tous les concours en hommes, qui peuvent lui être nécessaires. Et, quand l'invention est, après essai, reconnue pratique, l'ouvrier en profite largement, bénéficiant ainsi du travail cérébral qu'il a fourni, car l'idée lui appartient intégralement sans conteste : c'est lui qui, en son nom, prend le brevet et peut l'exploiter.

Généralement son employeur lui en achète la licence, et lui donne une situation plus élevée dans l'usine. Ni l'âge, ni l'origine ne sont des empêche-

ments à arriver aux plus hautes situations; et il n'est pas rare de rencontrer, parmi les fonctionnaires les plus en vue des grands trusts, des hommes ayant débuté comme ouvriers dans l'établissement. « Aussi, écrit M. Mosely dans sa préface, l'ouvrier se rendant compte qu'il tirera un profit de son intelligence, la développe et la fait travailler. Y a-t-il lieu de s'étonner après cela que la machinerie américaine s'améliore sans cesse, que l'évolution des méthodes soit ininterrompue? — Chacun dans l'usine, homme, femme, enfant, cherche constamment à découvrir un perfectionnement au régime existant, sachant qu'il en tirera un profit personnel. »

Comme nous l'avons dit, l'écueil pouvant résulter des jalousies des contre-maitres, se produisant au moment où les ouvriers ont l'idée d'améliorations, et empêchant celles-ci par ce seul fait d'être portées à la connaissance des employeurs, a été évité par l'emploi du *numéro d'ordre*. La connaissance de ces améliorations est ainsi soustraite aux contre-maitres, au moment où leurs susceptibilités pourraient s'éveiller, et lorsque les idées des ouvriers sont prises en considération, il n'y a plus d'inquiétude de ce genre à avoir, car, étant donné que leurs auteurs sont promus à un poste supérieur, ils échappent à leur contrôle.

La *Législation sur les Brevets d'invention* mérite de retenir l'attention pendant quelques instants. Elle doit nous apparaître quelque peu révolutionnaire, car elle va à l'encontre de nos législations européennes, et cependant il est incontestable que là, comme dans tant d'autres directions, les États-Unis nous ont devancés de beaucoup dans la voie du progrès, et qu'ils obtiennent de leur système des résultats exceptionnellement favorables.

Leur conception de la matière est, en effet, toute différente de la nôtre.

Alors que chez nous (et cela a pu être justifié aux origines de la grande industrie, mais cela est aujourd'hui un anachronisme regrettable, qui fait que l'on cherche, toutes les fois que cela est possible, à se soustraire à la loi), alors que dans nos pays, dis-je, l'invention faite par un ingénieur ou un contre-maitre, engagé dans une usine, est de droit la propriété de l'employeur qui le rémunère, sans que l'auteur puisse prétendre à aucune part dans le brevet (1), et les profits qu'on en peut tirer, en Amérique, l'invention appartient légalement à celui qui en est l'auteur réel, qu'il soit ou non employé dans une usine : l'ouvrier, comme son patron, se trouvent bien de ce système, auquel ils ont tous deux, en fin de compte, leur avantage, ainsi que l'a montré une expérience, déjà relativement ancienne.

En France, en Angleterre, le coût d'obtention des brevets est assez élevé et

(1) La législation française des brevets a été récemment un peu modifiée dans quelques cas et tendrait à se rapprocher de celle en vigueur aux États-Unis.

leur attribution n'entraîne pas forcément présomption certaine d'invention; aux États-Unis, au contraire, les frais sont minimes, et il n'en est point donné qui empiète sur le terrain d'un autre brevet. Voici ce que dit de cette question dans son rapport, l'un des plus remarquables du volume, M. George N. Barnes, le secrétaire du Syndicat des mécaniciens de Grande-Bretagne et ce qu'il m'a personnellement confirmé à Londres l'année dernière :

« L'Office des Brevets de Washington a reçu, en 1901, 52 000 demandes dont 35 000 ont été accueillies. Toute personne demandant un brevet doit payer 35 dollars à ce moment, puis 20 dollars de plus, s'il lui est accordé. Dans 98 à 99 p. 100 des cas, l'État ne reçoit aucune autre somme que ces 35 dollars. Dans 1 ou 2 p. 100 des cas où il est nécessaire de voir si la demande n'empiète pas sur le terrain d'un autre brevet, il existe des Cours, à l'Office des Brevets, constituées par des experts assistés du Commissaire des brevets. Les frais s'élèvent encore dans ce cas à 20 dollars et le demandeur peut faire appel devant les Tribunaux civils du pays, mais sans grande chance de succès, car les commissaires et les juges de l'Office des Brevets doivent être, aux termes de la loi, des hommes ayant une profonde connaissance du Droit et des Sciences.

« Les recettes totales fournies par ces frais équilibrent exactement les dépenses d'entretien de l'Office, de telle sorte que les inventeurs ne fournissent aucun revenu à l'État. On conserve à l'Office un recueil très complet de tous les brevets accordés dans tous les pays faisant partie de l'« Union des brevets » et l'on n'en accorde aucun qui empiéterait sur l'un de ceux déjà accordés aux États-Unis ou dans l'Union. Par conséquent, le fait seul qu'un brevet a été accordé en Amérique est une preuve raisonnable de la nouveauté de l'idée. Le brevet a une durée de dix-sept ans, puis tombe dans le domaine public; on ne le renouvelle jamais en pratique, mais, une fois accordé, il est intangible, qu'il soit exploité ou non.

« Cependant les demandeurs ont l'habitude d'employer, comme intermédiaires, des agents de brevets, et des gens qui en avaient pris plus d'un m'ont dit qu'il était prudent d'agir ainsi, parce que ces agents sont mieux à même de formuler les demandes d'une manière claire et précise. C'est également l'avis qui m'a été donné à l'Office des brevets. En moyenne, les honoraires d'un agent sont de 30 à 40 dollars et, par suite, la dépense totale pour obtenir un brevet de dix-sept années est de 80 dollars, L'État ne demande aucune rémunération pour recherches ou dérangements pendant la durée d'un brevet. A ce point de vue le *Breveté* a la protection absolue de l'État et par suite a un avantage considérable sur les possesseurs de brevets dans ce pays-ci. »

Voici en effet, comment les choses se présentent en Europe :

« Le dernier rapport du Contrôleur Général des Brevets, publié par « His Majesty's Stationery Office » montre que, pour l'année 1901, le nombre des

brevets anglais a été de 23 944, sur lesquels 12 787 ont été accordés pour quatre ans. En 1901, les charges incombant aux demandeurs se sont élevées à 224 125 livres sterling, et les dépenses de l'Office des Brevets, y compris les retraites des vieux employés, à 102 543 livres sterling, seulement.

« Ici, le demandeur paye 4 livres sterling pour enregistrement et protection du brevet, pendant quatre ans, puis encore 95 livres sterling, pour la part totale de l'État, pendant les quatorze années d'existence d'un brevet, et faute de payer les annuités à un moment quelconque, le brevet tombe dans le domaine public. Les fonctionnaires ne font aucune recherche et l'on n'a par suite pas la moindre garantie de nouveauté. Les autorités britanniques sembleraient plutôt avoir résolu de décourager les inventeurs et de les frapper d'amendes, que de les encourager et les récompenser. En fait, elles semblent considérer les inventeurs comme des rentiers, possédant de gros revenus, que l'on impose très lourdement au lieu de leur venir en aide.

« L'influence néfaste de cette attitude officielle, qui fausse les conditions normales de la vie, se trouve démontrée par le document officiel déjà cité, puisque seulement 52 p. 100 des brevets accordés en 1888 avaient dépassé leur treizième année; en a renoncé à exploiter les autres, soit par impossibilité de payer les annuités, soit par la non-valeur du brevet. Ainsi l'État impose de lourdes charges aux inventeurs anglais, en sus des honoraires qu'ils doivent payer aux agents de brevets pour frais de recherches ou autres services, et quand, après beaucoup de temps et d'argent dépensés, les brevets sont accordés, on s'aperçoit qu'ils sont sans valeur et inutiles. »

*
* *

Le soin apporté au *Confort* des ouvriers dans les installations industrielles frappe beaucoup tous ceux qui visitent les usines américaines.

Étant données les mœurs aux États-Unis, on ne saurait compter parmi les chefs d'industrie des disciples de l'*École paternelliste de Le Play*, et si on veut faire usage d'une classification, il faut les ranger parmi les adeptes de l'*École dure*, estimant être quittes avec leurs ouvriers en remplissant les conditions stipulées au contrat de travail, c'est-à-dire après paiement du salaire convenu.

Et cependant, à première vue, il ne semble pas qu'il en soit ainsi, à voir toutes les mesures prises en faveur de l'hygiène et du confort du personnel.

Les Américains ne sont pas des philanthropes, ils s'en vantent, mais ils agissent, pour des raisons tout autres, exactement comme s'ils l'étaient. Ils estiment en effet, que les sacrifices apparents auxquels ils ont l'air de se résoudre, constituent l'un des placements les plus avantageux qu'il leur soit possible de faire.

A des délégués qui les complimentaient, plusieurs des grands employeurs

firent cette réponse caractéristique : « Pourquoi nous féliciter? Nous n'avons en en prenant ces mesures d'autre but que de servir nos propres intérêts industriels. Ce sont là de purs actes de gestion commerciale, bien comprise, et la philanthropie n'y entre pour rien, car c'est une des meilleures affaires que nous fassions : notre argent nous rapporte, placé ainsi, 25 p. 100. Nous estimons que l'ouvrier, qui travaille dans de bonnes conditions de confort, pour lequel l'usine n'est pas un lieu de contrainte, dont le séjour lui est d'autant plus pénible, qu'en dehors de la fatigue musculaire que le travail exige, le manque d'air, l'encombrement des ateliers, les écarts de température qu'il subit aux diverses saisons, lui causent une fatigue supplémentaire et inutile très préjudiciable à la bonne production, mais qui s'y sent un peu chez lui, qui sait que des installations appropriées lui permettent de mettre à l'abri les vêtements propres avec lesquels il arrive, qui en pourra sortir sans que rien dans sa tenue désigne sa profession aux passants qu'il croise en rentrant chez lui, nous estimons, en un mot, que l'ouvrier confortablement installé à l'usine travaille avec beaucoup plus de goût et d'activité. Nous en tirons donc un profit important. »

En fait, en dehors des conditions générales d'hygiène des ateliers, d'espace, de clarté et de température, beaucoup plus satisfaisantes qu'elles ne le sont habituellement en Europe (à l'exception des industries textiles des États du Sud où elles laissent beaucoup à désirer), on trouve dans certaines des usines des installations assurant d'une façon évidente le confort du personnel. Pour ne citer que les principales, nous devons rappeler l'existence des vestiaires spacieux, où chaque ouvrier dispose d'une armoire fermant à clé, dans laquelle il peut échanger, en arrivant à l'usine, contre son bourgeron et sa cotte, les vêtements qu'il porte dans la rue où on ne le rencontrera jamais, comme ici, en blouse et en casquette, mais le plus souvent dans une tenue élégante, très semblable à celle d'un bourgeois cossu ou d'un employé occupant une situation lucrative : il est coiffé ordinairement d'un chapeau haut-de-forme en soie ou quelquefois, mais rarement d'un melon ; sa jaquette de drap fin est de coupe irréprochable et il est chaussé de souliers vernis.

Des lavabos, où, à toute heure, coule de l'eau chaude, sont installés dans ces vestiaires, rendant bien plus facile la transformation de l'ouvrier avant sa sortie de l'usine. Une habitude tendant à se répandre de plus en plus est celle d'adjoindre à ces lavabos des salles de bain. Tout ouvrier a droit, chaque semaine, à un bain gratuit, pris sur ses heures de travail, et il lui est loisible d'en prendre davantage, pendant la durée de son séjour à l'atelier, mais à titre onéreux, c'est-à-dire, en perdant le salaire correspondant au temps employé à cet usage.

Les résultats satisfaisants, obtenus par ce moyen, ont incité quelques grands manufacturiers allemands à suivre cet exemple, depuis peu.

Dans un certain nombre d'usines, on met à la disposition du personnel des

réfectoires, dans lesquels il peut, soit utiliser les provisions apportées le matin, soit acheter un repas chaud, au prix coûtant, et en même temps se procurer des boissons hygiéniques : thé, café, soda, limonades, l'alcool et ses dérivés étant seuls rigoureusement proscrits. Quelques établissements allant plus loin dans cette voie ont fait installer des distributeurs automatiques de cigares, non seulement dans les réfectoires, mais parfois aussi dans les ateliers, principalement dans les industries métallurgiques.

Les deux *concerns* modèles, sous le rapport du souci du confortable des ouvriers, sont la *National Food Co*, du Connecticut, et surtout la *National Cash Register Co* de Dayton (Ohio), véritable installation-école. Le désir d'assurer le bien-être des ouvriers y est poussé extrêmement loin, sans plus d'ailleurs que, comme dans les autres établissements dont nous avons parlé, la philanthropie en ait été le mobile. Il y a des salles à manger séparées, agréablement décorées de plantes vertes et de fleurs, pour les hommes et les femmes. Il y a des salles de récréation et de lecture, dans lesquelles, ouvriers et ouvrières peuvent employer leur temps de loisir, entre la fin du déjeuner et la reprise du travail. Une salle de conférences est mise à la disposition du personnel, soit dans un but d'instruction, soit pour des réunions professionnelles, et enfin ces installations sont complétées par un garage spécial de bicyclettes. La sortie des ouvrières et employées a lieu une demi-heure avant celle de leurs camarades hommes, et on leur amène leurs bicyclettes à la porte, après en avoir soigneusement regonflé les pneus.

S'il n'est pas possible pour nos vieux pays d'Europe de suivre l'exemple des États-Unis, dans toutes leurs manifestations industrielles, et de faire montre d'un égal esprit d'entreprise, d'avoir dans leurs usines un outillage aussi perfectionné, auquel des modifications constantes et profondes sont sans cesse apportées, il est, par contre, absolument évident qu'il nous est facile de procéder, en nous inspirant de l'esprit de leur méthode, à des améliorations très marquées dans la disposition intérieure de nos usines, d'y rendre la marche des produits rationnelle, ainsi qu'à la modification des relations entre patrons et ouvriers, en leur donnant des bases plus équitables et plus avantageuses pour les deux parties.

Même, en ce qui touche aux machines, nous pourrions avec avantage nous rapprocher du système américain des remplacements fréquents, sans que pour cela le chapitre *Amortissement* soit lourdement grevé. Il nous faudrait pour cela nous rapprocher des conditions de la construction de machines aux États-Unis, en ne fabriquant plus cet outillage inusable que l'on hésite à jeter à la ferraille dès qu'un perfectionnement vient à être trouvé, et en faisant à la place des machines construites en vue non de la durée mais de fournir un travail donné.

SITUATION DES OUVRIERS EN DEHORS DES HEURES DE TRAVAIL

Un fait démontrant bien que le souci d'assurer le confort de l'ouvrier au cours de son travail, doit être attribué uniquement à des considérations commerciales égoïstes, dont bénéficient employeurs et employés, et non à la philanthropie, est qu'une fois que le salarié a franchi les portes de l'usine le patron l'ignore complètement, et ne se préoccupe en aucune façon des conditions, ni des moyens de son existence. Point de ces institutions patronales des disciples de Le Play, « prenant l'ouvrier au berceau pour ne l'abandonner qu'à la tombe, l'accompagnant à travers toutes les crises de la vie », suivant l'expression de M. Cheysson : ce sont là choses que l'on ignore en Amérique.

D'une manière générale, on peut poser en fait que, si au point de vue des salaires, la situation de l'ouvrier est infiniment supérieure aux États-Unis à ce qu'elle est en Europe, elle l'est infiniment moins qu'en Angleterre quant à la durée du travail.

La valeur nominale des salaires américains est double au moins de celle qu'ils atteignent en Angleterre : pour les ouvriers qualifiés, ils dépassent souvent 4 à 5 dollars par jour et atteignent même dans certaines professions à 13 dollars par jour. En tenant compte du coût plus élevé de l'existence, — nous montrerons comment tout à l'heure, — les salaires américains dépassent de 20 à 50 p. 100 les salaires anglais, suivant les professions.

A cet avantage des hauts salaires, il faut, comme contre-partie, opposer la durée plus longue du travail. Alors qu'en Angleterre, son maximum quotidien est de dix heures, et qu'elle est fréquemment de neuf ou de huit, aux États-Unis, elle est normalement de onze heures et demie, quelquefois de douze et davantage.

L'une des questions auxquelles les délégués devaient répondre portait sur le point de savoir si l'usine américaine, par suite de l'intensité du travail que sa productivité implique, usait plus l'ouvrier que l'usine européenne. Les opinions diffèrent considérablement sur ce point parmi les membres de la Commission industrielle Mosely : *Hippocrate dit oui, mais Galien dit non*.

Deux critères s'offraient aux enquêteurs pour se former une opinion sur cette question :

1° L'intensité du travail;

2° La proportion d'ouvriers âgés dans les divers ateliers visités.

1° *Intensité de travail*. — Les délégués sont unanimes pour déclarer que l'intensité du travail, loin de se rapprocher de ce que l'on s'attendrait à voir d'après les descriptions de la productivité, ne dépasse pas celle que fournissent les ouvriers européens. On ne trouve aucun symptôme de cette hâte fébrile, de cette activité bourdonnante, que les descriptions faisaient prévoir, et malgré

qu'un homme conduise un plus grand nombre de machines ou de métiers qu'en Angleterre, il ne semble pas aux délégués, non plus qu'à M. Mosely, que l'ouvrier américain fournisse un plus grand effort que son confrère du Royaume-Uni, et que partant il soit usé ou doive être usé plus rapidement que lui.

2° Proportion d'ouvriers âgés dans les divers ateliers visités. — Il y a également unanimité chez les délégués pour reconnaître qu'il y a beaucoup moins de vieux ouvriers dans les usines d'Amérique que dans celles d'Angleterre, mais les conclusions qu'ils tirent de cette constatation sont divergentes. Certains voient là la preuve de l'usure physique plus rapide. D'autres contestent cette appréciation, et donnent les deux raisons suivantes, pour étayer leur opinion. La première nous paraît être une simple manifestation d'*humour* britannique : si l'on voit, disent ceux qui la mettent en avant, un moins grand nombre d'ouvriers âgés en Amérique que chez nous, dans les usines, ce n'est pas qu'il y en ait moins, car, en réalité, il doit y en avoir tout autant, mais on les remarque moins, car étant donné que l'ouvrier aux États-Unis est rasé de frais, il paraît au moins dix ans plus jeune que le travailleur européen de même âge. C'est une boutade que je donne uniquement comme telle.

La seconde raison, beaucoup plus plausible, mérite qu'on s'y arrête un peu. Il y a, en effet, beaucoup moins de vieux ouvriers dans les ateliers du Nouveau Monde, le fait est incontestable, écrivent certains membres de la Commission Mosely, mais il n'est pas permis de conclure de là que les hommes cessent de travailler parce que physiquement usés. Il ne faut pas oublier que les salaires élevés, que reçoit l'ouvrier américain, lui permettent de faire des économies sérieuses, grâce auxquelles il peut se retirer quand il est jeune encore, son indépendance étant assurée. Il n'est pas rare de voir des ouvriers ayant des dépôts de 2 à 3000 dollars à la Banque, encore qu'ils possèdent leurs maisons et qu'ils fassent des déplacements fréquents et coûteux puisque certains travailleurs yankees, d'origine anglaise, étaient, avant d'avoir dépassé la quarantaine, allés deux fois passer leurs vacances en Grande-Bretagne.

Or l'aisance qu'indique ce niveau d'existence permet de conclure que si les ouvriers cessent de travailler quand ils sont relativement jeunes, c'est parce qu'ils se trouvent à l'abri du besoin, et non parce qu'ils sont usés, ce que corrobore la constatation que l'intensité de travail n'est pas plus grande en Amérique qu'en Angleterre.

Le coût matériel de l'existence n'est pas sensiblement supérieur à ce qu'il est en Europe. Les loyers seuls sont beaucoup plus élevés, mais cet élément influe relativement peu sur le coût de l'existence, vu la proportion notable d'ouvriers stables possédant leur maison. Dans les grandes villes, l'on commence à se préoccuper de la question; cependant la fréquence, la rapidité et le bon marché des transports, permettent aux ouvriers d'habiter les quartiers éloi-

gnés ou les environs, et facilitent ainsi l'acquisition de maisons. Elles sont aménagées avec un rare souci du confort, presque luxueuses, et bien des bourgeois d'Europe seraient heureux d'en avoir de semblables. Elles possèdent généralement des linge­ries, buanderies, séchoirs pour le linge; bien entendu la salle de bains et de douches en est partie intégrante; le salon, coquettement meublé, contient habituellement un piano. Elles sont éclairées à la lumière électrique et chauffées à la vapeur.

Le coût de l'existence en Amérique est sensiblement le même qu'en Angleterre quant à l'alimentation, au combustible, aux vêtements communs. Mais par contre il est beaucoup supérieur pour toutes les dépenses qui ne sont pas strictement indispensables: c'est ainsi, par exemple, que les vêtements et les chaussures, sur mesure, y coûtent de 30 à 50 p. 100 de plus, et même davantage, qu'en Europe; les distractions y sont également d'un prix très élevé, et comme l'ouvrier américain vit beaucoup plus largement que son camarade européen, qu'il n'aime pas à se priver, on se rend compte que, bien que les dépenses indispensables d'existence soient sensiblement les mêmes dans le Vieux et le Nouveau Monde, il utilise une plus grande partie de son salaire, ce qui explique que, malgré une valeur nominale en argent de plus de 100 p. 100 supérieure, la valeur relative du salaire américain ne dépasse que de 30 à 50 p. 100 celle du salaire britannique.

Quelque pénible qu'ait pu être cette constatation pour leur amour-propre national, les délégués anglais ont été unanimes à reconnaître, sur deux points, la supériorité de l'ouvrier américain.

Il s'adonne infiniment moins à l'alcoolisme qu'en Europe en général et en Grande-Bretagne en particulier. Aux États-Unis, les débits, les *Gin Palaces*, étincelant, le soir, à la lumière, sont chose peu connue; la santé et la moralité en bénéficient largement. En outre les sports ne font pas partie intégrante de l'existence nationale, comme en Angleterre, et les paris aux courses, le *Gambling* ne constituent pas un chapitre important et considérable des budgets ouvriers.

Le *niveau intellectuel* de la classe ouvrière est sensiblement plus élevé aux États-Unis qu'en Europe. Si, à l'école, l'instruction technique n'est pas extrêmement développée, bien qu'il y ait de nombreuses exceptions, on ne peut en dire autant de l'instruction générale. L'enseignement primaire, élémentaire et supérieur, l'enseignement secondaire, sont beaucoup plus facilement accessibles aux ouvriers, qui se prévalent, dans une large mesure, des occasions offertes, car ils sentent qu'ils peuvent réussir, pourvu qu'ils ne se laissent pas arrêter par la routine. Il n'est pas rare de voir assis côte à côte sur les mêmes bancs les fils d'ouvriers et ceux des rois de l'industrie. C'est là un fait très remarquable et particulier à l'Amérique, sur lequel M. Mosely insiste d'une manière spéciale.

« Chez lui, disait un grand employeur américain, et ce sera ma conclusion sur ce point, l'ouvrier anglais est un peu conservateur, mais quand il arrive ici, il met bas sa veste, retrousse ses manches et montre de quoi il est capable. Il s'assimile rapidement nos mœurs, notre façon de travailler : alors c'est le meilleur de nos ouvriers à tous les points de vue. »

LA FÉDÉRATION CIVIQUE NATIONALE DE NEW-YORK

Avant de terminer cet exposé trop rapide, mais cependant déjà très long de l'organisation du travail aux États-Unis, il me paraît indispensable de dire quelques mots de la Fédération Civique Nationale de New-York.

C'est une organisation, de création récente, appelée à rendre les plus grands services au monde industriel américain, et à contribuer puissamment à maintenir la paix industrielle, en améliorant les relations du Capital et du Travail.

« Son fonctionnement, écrit M. Mosely dans sa préface, a beaucoup intéressé les délégués et produit sur eux la plus vive impression. »

Cette Fédération s'était donné, entre autres choses, pour but, et elle y a réussi, d'amener le Capital et le Travail à un contact plus intime, permettant d'obtenir une solution pratique et amiable de difficultés nombreuses, en évitant bien des froissements, graves par leurs conséquences.

Par certains de ses aspects, la Fédération Civique Nationale de New-York ressemble beaucoup aux conseils et comités de conciliation du Royaume-Uni, mais elle s'en distingue entièrement par deux caractères essentiels qui lui sont propres.

Le premier est sa constitution : aux membres patronaux et ouvriers sont adjoints un troisième élément, l'élément *Opinion publique*. On fait appel aux hommes les plus marquants des professions libérales : avocats, médecins, ingénieurs, politiciens, qui, n'ayant pas personnellement d'intérêts dans les questions qui leur sont soumises, envisagent par suite les litiges sans aucune prévention ni parti pris.

Le second des traits caractéristiques de cette Fédération Civique est sa section d'informations, dont le rôle consiste à prévenir les conflits qu'elle sent à la veille de se produire. On sait que la solution de difficultés qui ne sont pas encore entrées dans une phase aiguë est beaucoup plus aisée et complète, que le règlement de litiges arrivés à leur phase active. Les esprits des deux parties ne sont pas surexcités, les malentendus peuvent se dissiper et l'on évite ainsi des froissements pour ceux qui doivent faire des concessions, froissements dont se ressentent souvent les rapports ultérieurs.

Au premier signe de difficultés imminentes, le devoir de cette section est de

se renseigner le plus complètement possible et d'offrir ses bons offices en vue de la conciliation des parties.

Les résultats obtenus par cette action préventive de la Fédération sont excellents, affirment ses fondateurs; on lui reproche, il est vrai, de n'avoir su empêcher la dernière grande grève de l'anthracite et celle de l'acier. A ce dernier grief la réponse est aisée : la Fédération n'existait pas encore lorsque éclata cette grève de l'acier. Elle offrit ses bons offices lors de celle de l'anthracite, patrons et ouvriers les refusèrent; et il en sera vraisemblablement ainsi, puisque son intervention n'est pas imposée, tant que l'éducation civique des collectivités ne sera pas suffisamment développée. C'est à cette tâche qu'elle s'emploie en grande partie pour le moment. Il faut encore dire qu'elle existait à peine depuis quelques mois lors de cette grève du charbon. D'autre part, il faut encore remarquer que l'œuvre de la Fédération Civique Nationale de New-York est négative, en ce sens que conciliant des conflits imminents, mais n'ayant pas encore éclaté, la Fédération ne peut, comme les conseils d'arbitrage, montrer les résultats tangibles et frappants de son action. Elle peut prétendre, à juste titre, que sans son intervention, il y aurait eu un bien plus grand nombre de litiges violents, et qu'elle a empêché beaucoup de conflits d'entrer dans la phase active, qui, sans elle, auraient eu des conséquences aussi redoutables pour l'industrie, que celles de la grève de l'acier.

Nous reproduisons ci-dessous la conclusion de la déclaration que tous les membres ouvriers de la Commission Mosely ont signée :

« A notre avis, la création d'une organisation semblable (à celle de la Fédération Civique), en Grande-Bretagne, serait extrêmement utile pour les employeurs et les ouvriers.

« En exprimant cette opinion, nous ne voulons aucunement médire des conseils de conciliation et de médiation existants, tels que le Board of Trade, les Chambres de commerce, les Conseils de métiers pour la conciliation et l'arbitrage (*Trade Conciliation and Arbitration Boards*) ni des conventions conclues entre les associations patronales et ouvrières, mais si cela est possible établir des organisations dont le rôle serait moins d'aplanir les conflits déjà en cours que de les prévenir.

« Comme représentants de nos Trade-Unions respectives, il sera de notre devoir, lors de notre retour dans notre pays, d'exposer à nos membres le but de cette section de la Fédération civique et les résultats qu'elle a obtenus, et nous espérons obtenir le concours de toutes les organisations de métiers, grandes ou petites, du Royaume-Uni. »

Cette déclaration pourrait être signée par tous les employeurs et les ouvriers des différents pays d'Europe, et il est à souhaiter que nous ne tardions à voir fonctionner en France une organisation semblable.

Pour conclure en quelques mots, l'organisation américaine du travail, telle que je l'ai décrite, tend de plus en plus à se généraliser, parce que l'expérience a prouvé qu'elle était infiniment favorable au développement et à la prospérité de l'industrie. Cependant, il ne faut pas oublier que certains se montrent encore rétifs à la méthode et qu'à côté des usines modèles, bien supérieures à nos meilleures installations, il existe encore beaucoup d'anciens bâtiments ou ateliers condamnables au point de vue de l'hygiène et de la sécurité et qui ne valent pas nos établissements les plus mauvais et les plus arriérés.

Loin de moi, également, l'idée de prétendre que rien n'a été fait, en Europe, en France et en Angleterre notamment, dans la voie de cette pacification industrielle. Des exemples isolés peuvent être cités d'emploi des primes, de salaires équitables, de tentatives pour le confort du personnel, dont les résultats ont été infiniment favorables. Sans rechercher les raisons qui ont amené ces chefs d'industrie à agir ainsi, qu'il soit permis d'exprimer le regret que ces tentatives soient l'exception et non la règle générale.

A notre époque de concurrence internationale, qui devient chaque jour plus intense et dans laquelle les États-Unis auront incontestablement le rôle prépondérant, « si nous voulons, suivant les mots de M. Mosely, conserver notre place dans le commerce mondial, patrons et ouvriers doivent se mettre d'accord et doivent agir. Les vieilles méthodes et l'outillage ancien doivent être abandonnés, l'instruction pratique des masses doit être établie et donnée efficacement. La plus grande partie de nos ouvriers est intelligente et sobre, mais beaucoup d'entre eux doivent devenir plus sobres : c'est de toute nécessité. Ils doivent être plus prêts à adopter les méthodes et les idées nouvelles, au lieu de conserver les anciennes qui sont surannées, à accepter les machines perfectionnées dès qu'on les leur propose et à obtenir le meilleur résultat possible pour leur travail. Les industriels, de leur côté, doivent se décider à accorder à leurs ouvriers un tarif aux pièces qui ne sera pas réduit lorsque le salaire de ces derniers dépassera ce que l'on a considéré comme un maximum suffisant pour eux, jusqu'ici. On doit introduire la machinerie moderne, chercher la coopération des ouvriers, et l'on doit encourager leur initiative par tous les moyens possibles. Sans ce système modernisé, nous ne pouvons pas espérer lutter contre des pays comme les États-Unis qui l'ont accepté et qui de plus sont dotés de richesses naturelles que nous ne possédons pas... Nous avons les éléments de succès : il appartient aux employeurs et aux ouvriers de décider si, jusqu'à quel point, ils veulent les utiliser dans l'avenir. »

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

LÉGISLATION OUVRIÈRE. — LE CONGRÈS DES RETRAITES. — UN PROJET DE RETRAITES OUVRIÈRES. — LA CULTURE DU COTON EN AFRIQUE. — LES MALADIES PROFESSIONNELLES.

La loi de 1898 sur les accidents du travail va être complétée, vraisemblablement dans un avenir prochain, par des mesures qui en sont le corollaire naturel, équitable, le prolongement en quelque sorte.

Le ministre du Commerce vient en effet de déposer, au cours du mois de mai, sur le bureau de la Chambre des députés un important projet de loi sur les maladies professionnelles.

Si au point de vue des accidents proprement dits, la loi de 1898 forme un tout par elle-même, et a pu parfois donner lieu par sa généralité à des abus dans l'application en indemnisant certains accidents, se produisant pendant le travail, il est vrai, mais dont la responsabilité ne saurait équitablement incomber au chef d'industrie (parce que ces accidents ne sont pas inhérents au travail, qu'ils lui sont en quelque sorte extrinsèques et résultent uniquement du fait du salarié — le plus souvent de son état d'ébriété) et cela en vertu du principe du risque professionnel qu'a sanctionné le Législateur, il est, par contre, d'autres risques professionnels, auxquels le personnel est exposé et que ne couvre pas la loi de 1898. Il y a là une lacune d'autant plus regrettable que si leur effet est moins brusque, moins frappant en apparence que celui de quelque machine mutilant un ouvrier, il n'en est pas moins certain, pas moins grave et ne produit pas de moindres détériorations physiques et incapacités permanentes de travail. Nous voulons parler des effets de ce que l'on a appelé du nom général de maladies professionnelles.

Il est certes anormal de voir un ouvrier qu'un accident aura frappé d'une incapacité partielle permanente recevoir une légitime réparation du préjudice causé, tandis que son voisin dont la santé a été définitivement compromise, ruinée même, par la manipulation de poisons industriels n'aura droit à aucune indemnité, encore que ses facultés de travail soient pratiquement détruites, et qu'il soit incapable de gagner le strict minimum alimentaire nécessaire à sa subsistance.

Aucun autre recours ne restait à ces victimes de l'industrie, dont le nombre dépasse plusieurs milliers chaque année, bien que les statistiques officielles ou exactes fassent défaut, que la charité publique, parce que la loi sur les accidents ne prévoyait pas leur cas, et qu'ils ne pouvaient se prévaloir de l'article 1382 C. C., sur la réparation des dommages volontairement causés à autrui.

D'autre part, il est bien certain que le principe de l'indemnité pour le risque professionnel, consacré par le Législateur français en 1898, impliquait que les affections

aiguës ou chroniques résultant des manipulations de substances toxiques, survenues dans l'exercice du travail, déterminassent des compensations de même ordre que les accidents.

C'est précisément là le but du projet de loi sur les maladies professionnelles.

Il s'applique uniquement aux industries, professions, travaux, fabricant, manipulant, ou employant soit le mercure ou ses composés, soit le plomb ou ses composés.

Bien d'autres intoxications industrielles que celles-là pourront et devront retenir l'attention du Parlement, mais le ministre et la commission ont pensé que, vu l'urgence d'une action efficace et prompte, à cause de la fréquence et de la gravité des maladies que provoquent les fabriques de composés mercuriels et plombiques, aussi bien que de l'importance des effectifs des ouvriers qu'elles menacent, il fallait aller d'abord au plus pressé, d'autant plus qu'il y a unanimité en faveur d'une action rapide.

Étendre davantage le champ de la réparation eût sans doute été risquer de faire échouer le vote des mesures proposées, étant données les difficultés d'exécution considérables auxquelles on se serait heurté du fait de cette extension. Aussi bien il a paru qu'il était essentiel d'instituer au plus tôt le régime de la réparation des maladies professionnelles, au principe duquel il n'y a plus d'opposition tant sa nécessité est l'évidence même. Comme le dit l'exposé des motifs : « Lorsque le régime aura été introduit et expérimenté il sera plus facile d'y englober des intoxications nouvelles d'après les résultats de l'expérience acquise. »

Voici une brève analyse des dispositions essentielles de ce projet :

Le titre premier, après avoir spécifié les intoxications retenues par le projet et les industries auxquelles il s'appliquera, détermine les droits des ouvriers et employés des entreprises ou parties d'entreprises assujetties.

En principe toutes les incapacités de travail bénéficient d'une indemnité, mais si le texte n'établit aucune distinction quant à l'origine des maladies tant que la durée de l'incapacité n'excède pas trente jours et donne droit à ces indemnités dans tous les cas, il spécifie nettement par contre, et c'est l'application du principe du risque professionnel consacré par la loi de 1898, que lorsque l'incapacité dépasse trente jours, le droit à l'indemnité n'existe qu'autant que l'origine professionnelle de la maladie aura été constatée.

Cette distinction trouve son application dans le mode de réparation : ouvriers et patrons supportent la charge des premières, parce que dans les maladies ainsi réparées il y a une part de maladie banale, pouvant atteindre, en tout état de cause, chacun, tandis que la réparation des secondes incombe tout entière aux patrons, parce qu'elles sont essentiellement et uniquement professionnelles et que forcément l'ouvrier n'en aurait pas été atteint s'il avait exercé un métier différent.

Lorsque, comme conséquence de la maladie professionnelle, il résultera pour le salarié une incapacité permanente, ou en cas de mort, la maladie professionnelle sera assimilée à un accident et par suite la réparation sera déterminée en conformité de l'article 3 de la loi du 9 avril 1898 fixant le montant des rentes attribuées à la victime ou à ses représentants.

Deux dispositions de ce projet sont caractéristiques et constituent un progrès très marqué vers la solidarité sociale et l'équité.

Les hygiénistes ont maintes fois signalé combien le travail des femmes dans l'industrie avait de déplorables conséquences au point de vue de la natalité d'une part,

du rachitisme et du non, développement des enfants, de la mortalité infantile, d'autre part ; ils n'ont cessé de réclamer un repos obligatoire, indispensable, avant et surtout après l'accouchement. D'une façon générale ce repos n'est pas observé parce qu'il faut vivre et que dans les ménages dont la femme travaille au dehors, l'absence de son salaire se fait durement sentir quand elle ne va pas à l'atelier. Aussi ont-ils été unanimes à proclamer qu'au point de vue médical, ce repos devait être rendu obligatoire par la loi, ce qui entraîne en pratique, comme corollaire, le droit à une indemnité pendant toute sa durée.

Ces considérations qui s'imposent ont encore une portée infiniment plus grande dans le cas des industries insalubres et surtout dans celles du plomb : la mortalité des enfants et souvent même des mères pendant les premières semaines après l'accouchement y est effroyable : elle pourrait être, l'expérience l'a montré, sinon supprimée, du moins très notablement diminuée par le repos.

Aussi le projet de loi sur les maladies professionnelles l'édicte-t-il et fixe-t-il les indemnités auxquelles il donnera droit, car il considère que la mortalité supérieure et le plus haut degré auquel atteint le rachitisme dans les professions insalubres constituent au plus haut point le risque professionnel auquel la loi veut pallier.

La seconde disposition appelant tout particulièrement l'attention est une véritable innovation.

L'ouvrier qui, bien que n'ayant pas été atteint d'incapacité permanente, aura néanmoins été déjà frappé d'incapacité partielle ou totale temporaire, et pour lequel le médecin aura fait prévoir, s'il continue l'exercice de sa profession ou d'une profession similaire, des rechutes susceptibles d'entraîner une incapacité définitive de travail, aura (art. 8) le droit de requérir sa sortie de sa profession moyennant une indemnité sous forme d'une rente viagère correspondant à la moitié de la réduction de salaire occasionné par un tel abandon.

Ce projet suscitera sans doute une certaine opposition dans le monde industriel comme l'a fait la loi de 1898 sur les accidents du travail : cependant on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il était indispensable, vu les dangers que font courir à la santé du personnel les industries auxquelles il s'applique et vu les difficultés et même souvent l'impossibilité qu'éprouvaient ceux des ouvriers qui le désiraient à s'affilier aux sociétés de secours mutuels, à cause de leur état de santé et du risque fatal généralisé qu'entraînent ces professions insalubres : c'est un premier pas vers l'assurance-invalidité dont l'établissement s'impose au même degré que les retraites de vieillesse et que leur création rendra indispensable.

Par la participation de l'ouvrier pour la constitution des indemnités pour les incapacités de travail inférieures à trente jours, la prévoyance d'État encouragera la prévoyance libre : il semble en effet, ainsi que M. Cheysson l'a montré (1), que la réalisation financière de la loi sur les maladies professionnelles doive s'effectuer au moyen de la mutualité, d'une mutualité obligatoire dont il redoute les effets sur la mutualité libre. Il nous paraît, au contraire, qu'il y aura là une source de développement pour la Mutualité libre, car il ne faut pas oublier que si, pour les maladies professionnelles, et pour elles seules, le projet prévoit le droit à une indemnité pour les incapacités dépassant trente jours, il limite à une durée de 30 jours au plus l'indemnité de ma-

(1) E. Cheysson, *La Mutualité patronale : Revue de la Prévoyance et de la Mutualité*, avril 1904, p. 323.

l'ladie ordinaire pour laquelle il exige un versement de l'ouvrier. Or l'ouvrier qui aura contribué ainsi à se constituer une indemnité pendant les trente premiers jours, ne voudra le plus souvent pas s'en voir privé si l'incapacité dépasse cette durée fatidique de trente jours — cas fréquent surtout dans les industries insalubres où l'intoxication commençante, bien que non nettement caractérisée, aggrave les moindres indispositions — et pour cela il n'aura qu'une ressource : l'affiliation à des sociétés mutualistes.

D'autre part, si triste qu'elle soit, cette constatation s'impose, beaucoup des maladies professionnelles, principalement dans les industries plombiques, pourraient être évitées moyennant certaines précautions simples, et notamment des mesures d'hygiène, dont l'examen nous entraînerait trop loin, et que l'on néglige avec une coupable imprévoyance (1) : le projet de loi qui vient d'être déposé à la Chambre des députés, s'il ne vise que la réparation, aura certainement pour conséquence la prévention, car, en nous plaçant au seul point de vue pécuniaire, il est une vérité qui s'impose : prévenir coûte moins cher que guérir.

Beaucoup ne pèchent que par ignorance et par manque de réflexion : appeler leur attention sur un sujet semblable suffira pour que seules les exceptions fatales se produisent, mais pour ceux que ces considérations ne guideraient pas, la considération que nous venons de mettre en lumière produirait le même résultat, car l'exemple de l'Allemagne dans son assurance-invalidité, notre propre exemple après la loi de 1898, montrent d'une façon évidente que dès que la loi est entrée en fonctionnement, c'est plus encore à la prévention qu'à la réparation qu'on s'attache.

LE CONGRÈS DES RETRAITES OUVRIÈRES

La question des pensions de vieillesse pour les ouvriers est une de celles préoccupant le plus vivement, et à très juste titre, l'opinion publique dans tous les pays. Seule jusqu'à présent, l'Allemagne a organisé un régime très complet d'assurance et de prévoyance sociales, mais le problème des retraites, pour employer le terme consacré et impropre, est à l'ordre du jour : l'Angleterre, quoique l'on imprime souvent le contraire (ce qui est manifestement inexact) y songe et aussi l'Italie. Les Chambres françaises s'y consacreront avant peu.

C'est précisément parce que le moment est prochain où une décision doit être prise que s'est réuni à Paris, au Musée Social, les 1^{er}, 2 et 3 juin 1903, un Congrès national des Retraites, le second.

Le premier s'était tenu en 1901, précédant de fort peu la première discussion parlementaire qui s'ouvrit à la Chambre des députés le 4 juin 1901.

Le deuxième Congrès national des Retraites pour la vieillesse comptait près de 700 adhérents, presque tous Mutualistes, et cela se comprend, en somme, car la plupart d'entre eux estiment que l'avenir de la Mutualité se joue sur la question des retraites de vieillesse, que, suivant la solution à intervenir, elle sera décapitée ou prendra un essor inconnu jusqu'à ce jour.

Trois opinions se trouvaient en présence : celle des Mutualistes intransigeants pour lesquels, en matière de retraites, comme pour toutes les autres branches de la Prévoyance, on doit laisser l'initiative individuelle agir seule. Ses défenseurs sont, est-il

(1) Nous pourrions citer bien des cas.

besoin de le dire, adversaires irréductibles de l'obligation qui « stérilise les efforts de l'individu » ; ils sont convaincus que la Mutualité est suffisante pour résoudre le problème et qu'elle triomphera de toutes les difficultés.

A ces Mutualistes intransigeants s'opposent les « Néo-Mutualistes » qui, au Congrès de Nantes en 1904, ont admis le principe de l'intervention de l'État et de l'obligation des retraites de vieillesse pourvu que les intérêts de la Mutualité fussent sauvegardés et par là ils entendaient fortifiés, développés, en un mot qu'ils reçussent une impulsion nouvelle et des encouragements. Pour eux en quelque sorte, la Mutualité était seule susceptible de faire en France les retraites ; retraites obligatoires revient à Mutualité obligatoire. C'était là ce qui expliquait la proposition déposée au Parlement par M. Siegfried au nom du groupe parlementaire de la Mutualité. Son but est de supprimer, disait son auteur, « l'organisation bureaucratique de la prévoyance, puisqu'elle confie aux sociétés de secours mutuels le soin de servir d'intermédiaires nécessaires pour le versement des cotisations en vue de la retraite, se bornant à rémunérer les sociétés en leur allouant pour ce service, — à l'imitation de la loi belge du 10 mai 1900, — 3 francs par assuré et par an. » Par conséquent les personnes astreintes à faire des versements à la Caisse Nationale des Retraites pour la Vieillesse étaient obligatoirement, de par ce texte, obligées de s'affilier aux Sociétés de secours mutuels, seul organe de transmission. C'était l'introduction de la contrainte dans la mutualité, ce qui est en antinomie avec son principe même d'être d'essence contractuelle.

D'autre part, cette proposition revenait à créer des mutualités dans les 29 000 ou 30 000 communes où il n'en existe pas encore, et l'histoire montre que la Loi a été impuissante pour atteindre ce résultat, puisque, malgré l'article premier du décret-loi de 1852 prescrivant en termes impératifs la fondation de sociétés dans toutes les communes, il y en a plus de 29 000 qui n'ont pas obéi aux prescriptions.

Si favorables qu'aient été, dans la pensée de M. Siegfried, pour l'expansion de la mutualité, les dispositions qu'il préconisait, les Mutualistes ne se sont pas en majorité rangés à sa manière de voir, dont pourtant à certains points de vue la Prévoyance Libre aurait largement profité par le champ plus vaste pour les placements, notamment au point de vue des habitations à bon marché, que lui ouvrait la proposition en question.

Enfin le projet de la Commission de la Chambre des Députés comptait un certain nombre de partisans. Suivant le mot de M. Antonin Dubost, préoccupé « d'imposer aux prétentions des Sociétés de secours mutuels, de sages limites », on doit reconnaître « qu'elles ont fait ce qu'elles pouvaient pour ne pas se laisser oublier ». Le projet leur réserve une participation importante. Les Mutualistes avaient des assurances que le texte qui servait de base aux discussions n'était pas intangible et pouvait être amendé dans un sens favorable à la Mutualité.

On sait en effet que la Commission, faisant des retraites un service d'État, assuré par l'État, alimenté par des contributions égales, patronales et ouvrières, s'élevant à concurrence du 4 p. 100 du salaire au total, et par des majorations de l'État, faisait des Sociétés de Secours mutuels, auxquelles le taux de faveur de 4 et demi p. 100 était supprimé, des organes facultatifs des retraites des travailleurs, leur laissant le pouvoir de disposer d'une partie des cotisations de retraites, en affectant « à un autre mode de prévoyance les cotisations obligatoires jusqu'à concurrence d'un quart » et ajoutant que « la majoration prévue à l'article 19 sera calculée comme si la totalité des versements avait été effectuée en vue de la retraite ».

C'était en fait une majoration calculée sur un chiffre de versements plus élevé que les versements réels et n'ayant pas forcément l'importance nécessaire pour porter à 360 francs la rente acquise par les versements de 3 p. 100 des salaires au lieu de 4 p. 100.

Telles étaient les opinions en présence au moment où s'ouvrait le second Congrès national des Retraites pour la vieillesse.

Nous n'avons pas la prétention de faire ici un résumé complet des divers projets de retraites, puisque nous laissons volontairement dans l'ombre celui de M. Vaillant et d'un certain nombre de collègues, pour qui la retraite doit être constituée par les seuls versements des patrons et de l'État, à l'exclusion des ouvriers, ainsi que celui de la Confédération générale du travail faisant supporter à l'État toute la charge des pensions de retraites.

Nous voulons seulement indiquer les bases de la discussion au Congrès et exposer les principaux arguments.

Ainsi que M. Jean Hébrard, le rapporteur général, le faisait ressortir, il n'y a plus aujourd'hui de divergences sur le principe de la retraite. Les milieux où cette disposition avait rencontré le plus d'opposition ont dû finir par l'admettre.

La question qui se posait était celle de la participation de la Mutualité :

Les Mutualistes doivent-ils être associés au nouveau service, de quelle manière? Ont-ils, en un mot, intérêt à l'être?

Faut-il avec MM. Dormoy, Chaminet, Cazeaux-Cazalet, faire des Sociétés de Secours Mutuels les *organes essentiels*, ou avec M. Jules Siegfried les *organes obligatoires*, ou bien encore avec la Commission les *organes facultatifs* des retraites des travailleurs? se demandait M. Hébrard dans son rapport général.

Faut-il encore considérer avec M. Henry Michel et 116 de ses collègues, membres du Parlement, que les Sociétés de Secours Mutuels ont le plus grand intérêt à rester en dehors d'une loi d'obligation, à la condition que celle-ci ne donnant qu'un minimum de retraite soit faite surtout pour les imprévoyants par nature ou par nécessité, et laisse aux prévoyants le soin d'augmenter leurs pensions par des versements aux Sociétés de Secours Mutuels? se demandait encore le rapporteur général.

Ces préoccupations nous montrent que, bien que portant le titre de Congrès des Retraites, le Congrès qui s'est tenu au Musée Social était un Congrès de la Mutualité, destiné, en présence d'une éventualité prochaine, à fixer sa politique, à sauvegarder ses intérêts. Il présentait cependant une particularité distinctive intéressante; c'est que des Non-Mutualistes étaient appelés à prendre part contradictoirement à ses travaux, à y faire entendre leur voix et qu'on leur avait demandé d'aider à sa préparation puisque MM. Guieysse et Millerand, rapporteur et président de la Commission d'Assurance et de Prévoyance Sociales de la Chambre des Députés avaient été nommés présidents de Commissions d'études. MM. Mirman, H. Siegfried et Deschanel avaient présidé les trois autres des cinq commissions.

Nous ne suivrons pas l'ordre des discussions, mais chercherons à dégager leur esprit et les tendances qui se sont manifestées.

Tout d'abord s'opposaient les thèses des adversaires et des partisans de l'obligation. Les premiers disent que la Mutualité, après avoir résolu le problème de la maladie, peut et doit résoudre le problème de la vieillesse. Et à l'appui de cette thèse, ils citent l'exemple de la Belgique et demandent que la Mutualité soit encouragée dans son œuvre.

1° Par l'augmentation des cotisations — c'est le développement de l'effort personnel, de la libre initiative — lorsqu'elles sont trop faibles car leur chiffre suffisant pour le service maladies ne l'est plus quand on veut y joindre le service retraites.

2° Par un concours plus général et plus généreux des patrons et des détenteurs de la fortune (membres honoraires).

3° Par un triple concours de l'État; concours indirect par une diminution très large du taux des droits qu'il perçoit sur les dons et legs faits aux Sociétés de Secours Mutuels, et maintien du taux de faveur de 4 et demi p. 100 et concours direct efficace, en argent; car les éloges et les décorations ne valent pas les subventions.

Il faudrait encore des concours des départements et des communes.

Et par là les intransigeants sont amenés involontairement à reconnaître — bien qu'ils proclament le contraire — que la Mutualité par ses seules ressources, est incapable de faire les retraites ouvrières puisqu'il lui est indispensable en dehors du concours des membres honoraires — qu'il faudrait plus actif — d'obtenir des faveurs de l'État sous forme de subventions indirectes et directes, taux de faveur très bas pour les droits de mutation et de succession, maintien du taux de faveur d'intérêt de 4 et demi p. 100 et majorations des pensions.

Il ne faut pas se payer de mots, se renfermer dans des formules vagues et sentimentales dont on se cache soigneusement le sens, mais regarder les choses telles qu'elles sont. Et si l'on examine dans cet esprit les propositions des Mutualistes intransigeants qui proclament la supériorité de l'initiative privée et de l'association sur tout autre mode de Prévoyance, on ne peut que constater que, sous couleur de s'opposer à l'obligation, qui n'a pas le soi-disant triple caractère, économique, éducatif et social de la liberté, sous couleur de combattre l'impôt, pesant surtout en faveur des imprévoyants, qu'entraînerait le service des Retraites par l'État, ils ne demandent rien moins qu'un impôt général qui pèsera sur tous — car les subventions qu'ils réclament avec tant d'énergie sortiront du budget général alimenté par l'impôt — pour profiter à quelques-uns, aux prévoyants, et c'est là précisément le caractère anti-économique et anti-social qu'ils reprochent à l'obligation; d'où l'on peut déjà conclure que dans le système de la Prévoyance libre comme dans tous les autres systèmes de retraites, l'obligation est la base, obligation d'autant plus lourde pour le budget, et par suite pour le contribuable, que le nombre des retraités sera plus grand: ce n'est pas un conflit d'idées entre des partisans mutualistes de deux méthodes différentes dont la dernière manifestation s'est produites au Musée social, mais une querelle de mots, car en fait, qu'ils le disent ouvertement ou qu'ils y aboutissent indirectement, c'est à l'obligation, clairement exprimée dans la loi ou inscrite en termes sybillins, que les Mutualistes arrivent quand il s'agit de retraites et alors combien plus rationnel, plus équitable d'imposer cette obligation à tous pour le bénéfice de chacun que pour le bénéfice de quelques-uns privilégiés, qui ont voulu ou surtout *qui ont pu* être prévoyants, car la possibilité de l'épargne est un facteur fondamental du régime de liberté, et les intransigeants ont l'air de croire qu'il suffit d'en avoir le désir pour le faire, alors que le plus souvent la volonté même est rendue stérile par les conditions de l'existence et par les charges plus grandes que les moyens de subsistance. Certaines monographies de budgets ouvriers sont éloquentes à ce point de vue.

Les adversaires de l'obligation ajoutent encore que non seulement ce mode ne développe pas l'esprit de prévoyance mais qu'elle le tarit parce que les intéressés n'ont plus conscience de l'effort qu'ils font, étant donné que la retenue se fait automatique-

ment en quelque sorte et qu'ils arrivent à se dire que leur salaire est inférieur de 2 p. 100 à son montant nominal. Soit, admettons-le, il y aurait cependant beaucoup à objecter sur ce point. Et ils citent l'exemple de l'Allemagne où le nombre des Sociétés Mutualistes n'a pas augmenté sensiblement depuis l'organisation par l'État des Retraites de vieillesse, de maladie et d'invalidité. Pour ces dernières on ne peut nier qu'elles soient uniquement un service de mutualité généralisée : mais il y a moyen, comme nous le montrerons, de concilier l'avenir de la Mutualité et l'obligation.

En dehors du coup que l'obligation portera à la Prévoyance libre, dont l'effort sera stérilisé dans toutes les autres branches de son activité, ces Mutualistes intransigeants craignent encore une grave répercussion financière dans le pays et ils citent l'exemple de l'Allemagne qui va, disent-ils, au-devant de la faillite : ils condamnent son système et préconisent le système belge des subsides.

Quand on en arrive sur le terrain des réalisations pratiques, force est bien de reconnaître, comme l'a fait la deuxième Commission, que la spécialisation des cotisations s'impose pour les divers services et que si la Mutualité veut être à la hauteur de sa tâche et ne pas faillir à ses engagements, elle doit rajeunir ses formules et ses méthodes, car les risques varient suivant les branches et la division la plus minutieuse s'impose dans les cotisations.

Or, les Mutualistes de cette catégorie, s'ils acceptent la spécialisation pour les retraites, la refusent pour les autres services, car elle entraînerait, disent-ils, à des complications trop grandes, à des augmentations de frais et surtout à la bureaucratisation de cette institution qui ferait que, non seulement elle ne pourrait pas se développer, mais subirait un recul.

Il faut espérer que ces affirmations sont volontairement exagérées, car elles jetteraient un sérieux discrédit sur des institutions qui se réclament d'un principe et d'une base scientifiques, mais qui ne peuvent faire usage de méthodes scientifiques et rationnelles sans péricliter : c'est les ravalier au rang d'associations spéculatives, de loteries de hasard que d'accepter ces déclarations : c'est un aveu d'impuissance, le pire, et qui donnerait raison à leurs adversaires qui se refusent à tenir compte de la Mutualité dans leurs projets.

Les partisans de l'obligation, ou ceux qui l'acceptent comptent de nombreux Mutualistes : ils peuvent différer quant aux méthodes les meilleures à employer, mais sont d'accord sur le principe.

Ils reconnaissent tous que l'œuvre de la Mutualité est grande et qu'elle peut se développer, que ses groupements ont rendu d'immenses services et qu'elle a une place dans l'organisation du service des retraites. Mais ils s'entendent également pour dire qu'étant donné son développement (1), les résultats qu'elle a obtenus, le montant des pensions qu'elle peut faire avec son organisation actuelle (2), etc., la Mutualité n'est pas en état de constituer à elle seule les retraites aujourd'hui.

C'est à tort qu'on vient sans cesse mettre en avant le système belge et qu'on le vante, ou ne le connaît pas ; sans doute certaines de ses parties sont excellentes ; mais les résultats d'ensemble ne répondent pas aux espérances, et le but qu'on poursuivait

(1) Rapport de M. Le Boudier au nom de la deuxième Commission sur la spécialisation des cotisations.

(2) Sur 3 000 sociétés faisant les retraites, 293 ont payé plus de 100 francs par an à leurs pensionnaires (une payant 300, une 313, une 360, une 500, une 691), les autres 64 francs, plus un supplément de 14 francs, soit 78 francs,

n'a pas été atteint. Ce sont les conclusions du rapport que présentait au Congrès M. Louis Varlez, avocat à la Cour d'appel de Gand, conclusions que M. Tibbaut, membre de la Chambre des représentants de Belgique et pourtant partisan de la Loi, a dû confirmer.

D'une part, en effet, l'on doit constater que si le nombre des livrets augmente, non seulement le total, mais le montant des versements fléchissent considérablement en dépit des majorations de l'État qui arrivent à atteindre 14 francs par an, pour un versement individuel de un franc, et que beaucoup de possesseurs de livrets ont cessé de verser.

D'autre part, il faut également reconnaître que si les Mutualités paysannes sont florissantes, si les campagnes en adoptent volontiers toutes les formes, si les petits propriétaires bénéficient du régime, la Loi a été sans action sur ceux qu'elle voulait toucher : les ouvriers sont restés absolument en dehors du mouvement ; et si l'on objecte qu'il y en a, un certain nombre mutualistes, la réponse indiscutable est qu'ils ont été affiliés sans leur consentement par leurs patrons qui ont pris des livrets en leur nom, ont fait le premier versement en leur nom. C'est la *Mutualité obligatoire*, comme elle l'est pour les militaires belges auxquels on impose une retenue de solde. Et la preuve en est que ces ouvriers d'industrie sont précisément ceux qui ont cessé de payer leur cotisation après le premier versement fait en dehors d'eux par les patrons. Pas un seul syndiqué, pour ainsi dire, et d'une façon absolue aucun syndicat ne profite de la loi de 1900.

En outre, dans le système belge où les frais d'administration et de gestion sont plus coûteux que dans le système allemand, l'effort personnel ne représente que 55 p. 100, et les encouragements, frais et aides de toutes sortes, 45 p. 100.

Et enfin la loi a donné une arme politique dangereuse dans un pays où les divisions politiques et religieuses sont grandes. Ce sont des associations politiques se constituant sous couleur de mutualité, qui recrutent leurs adhérents par la promesse de la majoration fixe de 2 francs par livret, que l'État accorde aux Sociétés. Mieux vaut l'obligation nette, catégorique, que l'obligation cachée sous le nom de liberté.

Dans un remarquable rapport, M. Fuster a réfuté les griefs indiqués contre le système allemand. Tout d'abord ils ne sont fondés en apparence que pour les pensions d'invalidité, non pour celles de retraites. Ce n'est pas, comme on se plaît à le répéter, une faillite, mais seulement une gêne momentanée qui s'explique par certains abus fatals. Les circonscriptions unitaires (1) ont admis un beaucoup plus grand nombre de personnes qu'on ne l'avait prévu au bénéfice de l'assurance invalidité pour des considérations multiples dont l'une saute aux yeux : c'est que si elles avaient agi autrement, tous ceux qu'elles n'auraient pas déclaré invalides seraient retombés à leur charge comme indigents.

Il s'agit aujourd'hui de refaire le barème pour l'assurance-invalidité, et la faillite se résume en cela. Pour les autres branches du système on n'a pas de déception.

Ce qu'il faut retenir surtout de l'expérience allemande, c'est le fait qu'elle a réussi à créer les Assurances dans un grand nombre de domaines à la fois, dans une interdépendance indispensable, car elles se compénètrent toutes, et une assurance isolée serait sans grande valeur sociale si elle devait être unique et considérée comme un tout. Il n'y a pas une assurance, mais des assurances, un édifice des assurances dont

(1) Les Communes.

on synthétiserait l'idée en les groupant toutes dans un même bâtiment, organe unique et central.

On peut différer sur des détails d'organisation, on peut souhaiter de voir disparaître le caractère bureaucratique et administratif, et de le voir remplacer par un caractère plus intime et plus mutuel : ce sont là questions de détail, non de fond.

Que la question principale des ressources ne se présente pas dans les mêmes termes en France et en Allemagne, personne n'y contredit, aussi ne propose-t-on pas d'établir ici à la fois toutes les assurances, mais pour l'instant les seules pensions de vieillesse, sans perdre jamais de vue qu'elles ne sauraient se suffire à elles-mêmes et que l'assurance-invalidité et l'assurance-maladies en sont le complément indispensable.

Arrivés à ce point du débat, non-mutualistes et mutualistes se séparent sur des questions de principe, sans cependant s'écarter beaucoup sur le terrain des faits.

Les premiers réclament l'obligation par une série d'arguments de doctrine :

Tout d'abord la pension de retraite de vieillesse, comme celle d'invalidité est un droit imprescriptible de l'ouvrier, c'est le paiement d'une dette contractée par la Société envers lui, et par là elle n'est pas d'essence mutualiste.

Le second argument, argument intégral qui, vraisemblablement, ne trouvera jamais entièrement son application en pratique, pour lequel la Mutualité ne doit pas constituer à elle seule les retraites ouvrières, est le suivant : il est indispensable que le patron participe à la constitution de ces pensions, car il ne faut pas qu'il puisse risquer d'être encouragé à faire passer son intérêt personnel au-dessus de l'intérêt social quand il peut y avoir conflit entre les deux ; or il en est ainsi toutes les fois que, pour augmenter la productivité de ses établissements en vue de réaliser de gros profits, sans prendre toutes les mesures nécessaires ou sans accroître suffisamment son personnel, il réclame de ses ouvriers un surtravail qui les use avant l'âge. Il ne faut pas qu'il y soit incité parce qu'il ne court aucun risque. Et pour ce motif il faut que l'employeur soit obligé pécuniairement à contribuer à la constitution des pensions, car alors son intérêt personnel tendra à se confondre avec l'intérêt social, au lieu d'être en antagonisme avec lui : il faut que l'employeur qui profite de la force de travail de l'ouvrier quand il est jeune, lui donne en partie une compensation lorsque l'âge le contraint à se reposer. Et il est équitable également que le travailleur aide à se constituer lui-même sa pension.

Les retraites de vieillesse sont donc indispensables, mais elles ne sont pas suffisantes ; il faut qu'elles soient doublées de pensions d'invalidité, et qu'elles soient étendues aux crises de chômage.

L'exemple donné par l'Allemagne est un grand exemple : à la vieillesse, à l'invalidité, elle a ajouté les caisses de fabriques qui font face aux charges des assurances-maladies et accidents. Son seul tort, en pratique, a peut-être été de vouloir tout faire à la fois et de le faire trop vite. Il faut profiter de son exemple à ce point de vue et n'agir que progressivement, mais en se souvenant que les retraites de vieillesse ne constituent qu'une fraction de l'œuvre qu'il faut exécuter.

C'est pourquoi les interventionnistes applaudissent à la loi de solidarité sociale, qui, dit son auteur, M. Mirman, a reçu le qualificatif impropre de loi d'assistance, mais pour autant qu'on lui conservera le caractère qu'elle doit avoir, qu'on ne cherchera pas à la substituer à la loi des retraites, en étendant son cercle d'action, et qu'elle s'y surajoutera. Le texte que la Chambre a voté et qui va venir en discussion au Sénat est relatif à l'assistance, non aux retraites, car les bénéficiaires attendront tout de l'État ;

or, pour qu'il y ait pension de retraite, il faut que les intéressés participent à la constitution, sans quoi la pension qu'ils touchent prend le caractère humiliant d'une aumône.

Il ne faut pas, de plus, que la Mutualité, dans son propre intérêt comme dans celui des gens que font appel à elle, sorte de son domaine pour s'attaquer à des problèmes qui dépassent ses moyens parce que le risque est trop général et trop lourd ; la retraite est au premier chef de cette catégorie, et l'expérience qu'elle a tentée a dû l'instruire. Ce n'est qu'aux dépens de ses autres attributions qu'elle peut s'engager dans cette voie, et, s'il lui faut des initiatives nouvelles pour employer les forces et les bonnes volontés dont elle dispose, ce ne sont pas les sujets qui lui manqueront, sujets assez vastes, assez beaux et se rattachant directement au problème actuel : maladies, accidents, chômages, sur lesquels son effort pourra se porter avec fruit, parce que sa souplesse merveilleuse lui permettra de s'y adonner.

Personne ne songe à faire fi de la Mutualité, elle a fait ses preuves, elle peut rendre de grands services et être d'une aide puissante, pourvu qu'elle s'engage dans la bonne direction : elle peut faire œuvre éducative excellente. Mais il ne faut pas se laisser hypnotiser par l'idée que la Mutualité est un but ; c'est un moyen, un instrument incomparable, et, comme tel, une grande place peut et doit lui être réservée.

Déjà la Commission de la Chambre en avait fait un des organes de transmission entre les intéressés et la Caisse des retraites pour la vieillesse en lui accordant cet avantage de pouvoir affecter un demi de la contribution patronale à d'autres modes de prévoyance que la retraite ; et, en échange des majorations de pensions qu'il accordait, l'État lui supprimait le taux de faveur de 4 et demi. La quatrième Commission du Congrès, que présidait M. Millerand, a fait plus. S'inclinant devant les craintes des Mutualistes : que l'obligation pût entraver l'essor de la Mutualité, elle a cherché comment elle pourrait lui témoigner sa bienveillance, l'encourager et la favoriser même, aux dépens en quelque sorte des assurés directs.

Elle a proposé de lui créer une situation privilégiée : elle a accordé à la Mutualité une place d'intermédiaire entre les assurés et l'État-assureur ; et, pour donner aux premiers un avantage s'ils s'adressent à son intermédiaire, elle a étendu le bénéfice que lui accordait la Commission de la Chambre en stipulant que :

« Étant donnée l'organisation d'une assurance-retraite obligatoire, les sociétés de secours mutuels sont admises à constituer elles-mêmes des retraites ; elles sont autorisées par la loi à servir d'intermédiaires au service des retraites ; la loi doit accorder aux sociétés de secours mutuels des avantages qui rendent leur intermédiaire favorable.

« Les bénéficiaires de la loi sont autorisés à affecter à un autre mode de prévoyance que la retraite leurs cotisations obligatoires, jusqu'à concurrence d'un quart tant que la retraite minima n'est pas atteinte, et dans son intégralité une fois cette retraite minima atteinte.

« Dans le cas où une partie de la cotisation est affectée à un autre mode de prévoyance que la retraite, la majoration de l'État doit être accordée comme si la cotisation tout entière avait été versée pour la retraite ».

Ainsi donc, pour favoriser le développement de la Mutualité, les partisans non-mutualistes de l'obligation lui accorderaient une première bonification de l'État égale à un quart des cotisations et les mêmes majorations que pour ceux des assurés qui auraient versé la totalité des retenues. C'est là, on l'avouera, une faveur autrement grande que ne l'était le fameux 4 et demi p. 100 d'intérêt, de nature à donner aux sociétés de secours mutuels un essor qu'elles n'ont jamais eu et à amener à elles non

point obligatoirement, mais librement, parce que tel est leur intérêt, tous ceux que la Loi couvre. Par ce moyen, la Mutualité conserverait son caractère éducatif et inciterait au développement des autres modes de prévoyance dans le pays.

C'est la Mutualité, organe essentiel, sinon unique des retraites ouvrières que veulent les mutualistes acceptant le principe de l'obligation.

La supériorité économique, éducative et sociale de ce mode de prévoyance leur paraît tellement incontestable que son choix doit s'imposer à chacun.

Il ne faut pas que le législateur stérilise son effort, comme il l'a fait en Allemagne, où la retraite a pris une forme tellement administrative que l'intéressé ne se rend pas compte qu'il fait œuvre de prévoyance, œuvre saine et féconde. Il ne fait personnellement aucun sacrifice en vue de s'assurer les diverses pensions, puisque la retenue s'opère automatiquement en quelque sorte.

La Mutualité reconnaît qu'il faut qu'elle rajeunisse ses formes et ses méthodes, qu'elle les adapte aux emplois nouveaux qui s'ouvrent à elle, et sa merveilleuse souplesse lui rend cette tâche aisée.

Elle reconnaît encore qu'il faudra que l'État lui vienne en aide et la subventionne largement pour l'aider à créer des mutualistes dans les 30 000 communes où il n'y en a pas encore, qu'il facilite leur formation, éventuellement par le concours d'une Caisse mutuelle d'État qui serait établie dans ce but.

Voici l'ordre du jour que M. Mabillean fit voter pour clôturer les travaux du Congrès :

« Le Congrès, animé d'une double préoccupation : celle de ne pas faire échec à une législation d'assurance générale qui vise également les imprévoyants et les déshérités de la vie sociale, et celle de maintenir à tous les prévoyants libres mieux que leur situation présente, une possibilité de progrès indéfini pour le bien-être, la paix et la dignité du pays, affirme que le meilleur système de prévoyance sociale, celui que les pouvoirs publics doivent avant tout développer et favoriser est la Mutualité qui repose non seulement sur l'effort et la responsabilité personnelle, mais sur un mode d'association fraternelle mettant en jeu la solidarité sociale tout entière.

« En conséquence émet le vœu :

« 1° Qu'en aucun cas, la législation projetée ne porte aucune atteinte aux droits et prérogatives de la Mutualité.

« 2° Que la Mutualité soit admise dans la plus large mesure à participer au service de l'assurance générale.

« 3° Que les assurés éventuels soient, dans tous les cas, mis en état d'entrer dans les sociétés de secours mutuels. »

C'est là un de ces vœux à la fois très larges et très ambigus, qui semblent pouvoir contenter toutes les opinions en présence, sans en fait en satisfaire aucune : c'est un de ces vœux qui s'imposent généralement quand on veut masquer une défaite, et il faut bien reconnaître, qu'au Congrès National des Retraites, la *Mutualité, seul moyen d'assurer des retraites* soit sous le régime de la liberté, soit sous celui de l'obligation, a subi un échec et que ses partisans ont dû se borner à faire entendre des protestations de pure forme, car son incapacité à assumer le rôle qu'elle ambitionne a été démontrée sans qu'une réfutation sérieuse ait pu être tentée. On proclame bien qu'elle constitue le meilleur système de prévoyance théorique — c'est une affirmation qu'un Congrès mutualiste ne pouvait s'abstenir d'apporter — mais, immédiatement, on corrige ce qu'elle pourrait avoir d'exclusif en déclarant qu'elle ne saurait faire échec à une législation d'assurance générale — c'est assez dire qu'elle ne peut point prétendre se subs-

tituer à elle et tenir sa place — puisque les pouvoirs publics doivent avant tout la favoriser et la développer : en d'autres termes, seule, elle ne peut rien.

D'autre part — et c'est ce que fit remarquer un fervent mutualiste, M. le député Henry Michel, — le premier et le deuxième paragraphe du vœu sont absolument inconciliables, car, si la Mutualité est « admise, dans la plus large mesure, à participer au service de l'assurance générale », il est impossible « que la législation projetée ne porte aucune atteinte aux droits et prérogatives de la Mutualité » car la suppression du taux de faveur de 4 et demi p. 100 est fatale, les calculs montrant que son maintien entraînerait une charge pour l'État de 360 millions par an, alors que le maximum de sacrifices que l'État pourrait consentir en sa faveur serait de 60 millions. Le fait seul de reconnaître que l'organisation de l'assurance générale est nécessaire, implique que la législation antérieure ne peut être maintenue. En effet, il y a lieu de tenir compte des possibilités budgétaires et des charges qui incomberont à l'État pour les majorations de pensions qui ne permettent matériellement pas, comme les discussions du Congrès l'ont surabondamment démontré, de maintenir le taux de 4 et demi p. 100.

Et M. Michel se rencontrant avec les non-mutualistes obligationnistes pouvait affirmer que, si l'on envisage les choses de bonne foi, on doit reconnaître que « à côté de la question d'amour-propre très naturelle chez les mutualistes il y a une question d'intérêt. Or les Mutualités ont-elles intérêt à organiser les retraites ? Non. C'est pour elles une question de vie ou de mort. »

Cependant, à l'exception de 5 délégués, l'unanimité du Congrès vota le vœu que nous venons d'analyser.

Beaucoup d'autres questions intéressantes furent discutées, que le peu de pages dont disposent ces notes économiques ne nous permettent même pas d'exposer, mais il nous semble devoir mentionner, en dehors du vœu relatif à la Loi d'Assistance (Loi Mirman) dont le vote par le Sénat s'impose, celui de M. Cheysson concernant les droits à accorder à la femme mariée dans la Mutualité, sa participation aux avantages faits à son mari, et celui de M. Deschanel demandant l'encouragement au service maladies dans la Mutualité par des subventions de l'État inversement proportionnelles aux salaires.

UN PROJET DE RETRAITES OUVRIÈRES

Nous voudrions résumer très brièvement, encore que son étude méritât des développements importants, un projet de retraites de M. Cheysson.

L'auteur, admettant comme postulat que l'organisation des pensions le vieillesse est une nécessité incontestable, ne croit pas que, de ce que l'initiative privée n'a pas obtenu jusqu'ici en France des résultats satisfaisants dans cette voie, on puisse crier à sa faillite : il faut la mettre en demeure d'agir, de donner sa mesure, et il est permis d'avoir confiance en elle quand on voit de quoi elle a été capable en Belgique, depuis la loi de 1900.

On sait que l'éminent membre de l'Institut est un partisan convaincu, nous pourrions même dire un apôtre de la prévoyance libre. Aussi est-ce sur la liberté que se base son projet ; mais il présente une caractéristique le différenciant nettement des propositions des mutualistes intransigeants : c'est que, s'il repousse l'obligation, il ne la repousse pas par principe et s'y rallie sous certaines réserves, en cas d'échec des tentatives de retraites libres.

M. Cheysson croit que l'obligation est dangereuse à un double point de vue : tout d'abord elle tarit les initiatives individuelles et ne fait pas œuvre d'éducation sociale par la contrainte volontaire qu'on s'impose pour la prévoyance, comme le fait la Mutualité.

Le second danger, dont la gravité est incontestable, naît du mode de retraites. Pratiquera-t-on le système de la *répartition*. Système séduisant au début, car les charges sont modestes en commençant ; il pénètre comme un coin et déjoue dans le sens de l'augmentation les prévisions les plus larges ; de plus, il grève à tout jamais l'avenir, et les calculs irréfutables montrent que la répartition fait perdre aux assurés, d'une manière définitive, le tiers des versements. Aussi ne saurait-il en être question. Seul le système de la *Capitalisation* proportionne au point de vue théorique les engagements aux possibilités qui fait que chaque assuré se constitue lui-même sa pension. Mais ce système engendre un danger : les calculs peuvent se trouver faussés par la diminution du taux d'intérêt — phénomène normal et d'autant plus rapide que le montant des capitaux est plus grand. Et quand l'État est l'assureur, un facteur nouveau entre en jeu : l'emploi des capitaux ? Comment placer les 5 à 6 milliards qui se trouveront dans les caisses de l'État ? Problème redoutable, que nous ne pouvons songer à examiner ici aujourd'hui, et qui préoccupe le Législateur à juste titre.

Dans le projet des retraites de vieillesse élaboré par M. Cheysson, les deux éléments essentiels sont la Mutualité libre et la Mutualité patronale ; mais il y aurait lieu pour que l'une et l'autre soient à même de remplir la tâche que M. Cheysson leur assigne, d'apporter des modifications sérieuses à leur fonctionnement.

Tout d'abord, pour les Mutualités libres, l'abolition du taux de faveur de 4 et demi que leur sert la Caisse des Dépôts et Consignations s'impose ; car, d'une part, il stérilise l'initiative des sociétés et les incite à ce placement parce qu'aucun autre des placements sociaux qu'elles pourraient faire n'est aussi rémunérateur, et, d'autre part, pour les retraites, elles seront amenées à pratiquer forcément la capitalisation, seul système scientifique. Or, le taux de faveur de 4 et demi p. 100 fera naître, au sujet des sociétés de secours mutuels, les mêmes inquiétudes et les mêmes difficultés que nous venons de signaler dans le cas de l'État assureur pour l'emploi des fonds. Ce n'est pas une solution au problème, c'est un simple déplacement ; car, en fin de compte, la gestion des capitaux, avec le 4 et demi p. 100, quel que soit le nombre de sociétés de secours mutuels qui fassent la retraite, devra être faite par l'État dans les caisses duquel elles les verseront, tandis que, sans le taux de faveur, les Mutualités pourront pratiquer les placements démocratiques et rémunérateurs que les a autorisés à faire la loi de 1898 — tels que maisons ouvrières, etc., et desquels elles se sont jusqu'ici abstenues.

Mais, pour que la Mutualité bénéficie de la situation nouvelle, M. Cheysson propose que les encouragements de l'État prennent une autre forme et qu'ils se traduisent par des subventions et des majorations des pensions de retraites.

Ainsi donc la Mutualité libre conserverait tous ses adhérents et pourrait poursuivre son développement, mais son action ne pourrait atteindre assez rapidement toutes les catégories intéressées, et il faut leur adjoindre les Mutualités patronales.

Il est juste que le patron participe à la pension de vieillesse de ses ouvriers, et que la contribution patronale se combine à l'action mutualiste, car il y a en jeu des intérêts professionnels. Et d'ailleurs l'origine des sociétés de secours mutuels est

nettement professionnelle, ainsi que l'a montré M. Cheysson (1), et l'intervention du patron est d'autant plus juste que les risques varient avec les différentes professions.

C'est un système qui a fonctionné en France, dont l'Allemagne s'est inspirée en le rendant obligatoire lorsqu'elle créa les Caisses de fabrique, mais que la loi de 1898 sur les sociétés de secours mutuels a fait disparaître. L'article 3 de la loi de 1898 soumettant annuellement à la réélection par l'Assemblée générale le Conseil qui élit lui-même son bureau, fait que le patron doit chaque année briguer les suffrages de ses ouvriers. Il court le risque de voir susciter contre lui une candidature d'opposition et la possibilité d'un échec amoindrit sa situation dans l'usine, porte atteinte au principe d'autorité et à la discipline. C'est pour cette raison que la plupart des Caisses de Mutualités patronales, existant depuis de nombreuses années, ont été liquidées après la loi de 1898.

Pour leur donner une impulsion et une vitalité nouvelle, M. Cheysson propose l'abrogation de cet article 3 et que, comme en Allemagne pour les caisses de fabrique, en échange de la cotisation payée par le patron, et égale à la demie de celle des ouvriers, et des avances qu'il est tenu de faire, la loi dispose que « les statuts peuvent conférer au chef d'entreprise ou à un de ses délégués la présidence du Comité directeur et de l'Assemblée générale ». En Allemagne, les statuts types accordent la présidence au patron, qui nomme également un vice-président et le comptable, et l'Assemblée générale désigne 5 délégués.

C'est également là la conclusion de la Commission interministérielle nommée pour étudier les moyens d'introduire la Mutualité dans l'armée qui propose, avec M. Barbet (2), directeur de la Mutualité au ministère de l'Intérieur, « dans le but d'éviter toute atteinte à la discipline » que le colonel, le trésorier et deux officiers du régiment soient de droit président, trésorier et membre du conseil d'administration des mutualités régimentaires.

« Si, dit M. Cheysson, ces formes de la prévoyance libre, mise en demeure d'agir, trompent les espérances légitimes que nous avons mises en elles — et par là il se distingue des mutualistes intransigeants — alors seulement je me résoudrai à accepter l'obligation. »

Si beaucoup d'ouvriers restent en dehors de la Mutualité, il faudra que l'État organise les retraites; mais, pour obtenir des résultats satisfaisants il sera nécessaire de procéder progressivement, professionnellement, en votant, pour chaque catégorie de travailleurs, une loi du type de celle de 1894 pour les ouvriers mineurs. Ces lois, qui engloberont successivement tous les ouvriers, partiront des centres, des grandes industries, là où existent la cohésion et les groupements, pour s'étendre aux artisans, aux ouvriers isolés et aux travailleurs agricoles les plus difficiles à atteindre.

Tel est imparfaitement résumé ce projet très intéressant et très ingénieux.

LA CULTURE DU COTON EN AFRIQUE

On sait combien la situation des industries cotonnières d'Europe, des filatures principalement, a été rendue difficile depuis deux ou trois ans; par suite des spéculations américaines sur la matière première, les prix de la livre variaient de 1 à 5, quelquefois dans une même Bourse. Aussi, pour mettre un terme à cet état de choses si pré-

(1) Émile Cheysson, *La Mutualité patronale*, loc. cit.

(2) *Le Matin* du 24 février 1905.

judiciaire, un congrès international des manufacturiers décida-t-il, en 1904, de n'ouvrir les usines que pendant une partie de la semaine.

Tandis que cette lutte contre la spéculation américaine se poursuivait, les diverses associations cotonnières nationales procédaient à des expériences de culture du coton dans les colonies afin de s'affranchir de la dépendance où leurs pays respectifs se trouvaient vis-à-vis des États-Unis, pour leurs approvisionnements.

Les Associations cotonnières française et anglaise poursuivirent des expériences en Afrique.

Elles n'ont pas donné de résultats pratiques pour nous, mais la *British Cotton Grower's Association* est arrivée avec un plein succès aux fins qu'elle poursuivait.

Malgré les difficultés financières qu'elle a rencontrées, puisque le gouvernement britannique n'a pas consenti à la subventionner et que son champ d'action s'est trouvé restreint du fait que les fonds dont elle disposait lui ont été fournis uniquement par des contributions volontaires des employeurs et ouvriers cotonniers (ceux-ci pour une large part) son activité ne s'est pas ralentie un seul instant.

Le coton des Indes ne peut servir à tous les usages et le type « dit Américain » est de plus en plus nécessaire. Le problème que poursuivait l'Association cotonnière anglaise était son acclimatation. Elle l'a résolu. Et, aujourd'hui qu'elle a obtenu des résultats certains, d'une importance incontestable puisqu'elle a pu en faire la culture industrielle, elle organise des expositions publiques qu'elle multiplie dans l'espoir de déterminer en sa faveur un mouvement d'opinion qui, par des concours privés et de l'État (qu'elle ne renonce pas à obtenir) lui permette de prendre le développement qu'elle comporte.

Une exposition cotonnière se tient actuellement à Manchester, une autre ouvrira ses portes à Londres au mois de juillet, à l'*Imperial Institute*.

Sous les auspices de l'Association, il a été produit en 1904 :

En Afrique Occidentale, 800 balles de *type américain*, valant 1 750 000 francs ;

En Afrique Orientale, 10 000 balles de *type égyptien*, valant 2 500 000 francs ;

Aux Indes Occidentales, 5 000 balles de *type Sea Bleud*, valant 2 500 000 francs.

Il ne s'agit plus maintenant que d'arriver à la production nécessaire à la consommation anglaise tout au moins : c'est une question de temps et surtout d'argent.

Qu'il nous soit permis de rappeler les causes du succès de l'Association anglaise.

D'autres associations qui végètent pourraient réussir si elles voulaient suivre son exemple, car elles ont à faire face aux mêmes difficultés et sont servies par les mêmes facteurs favorables.

Ces causes de succès se résument dans ce programme très court, qu'aucune tentative n'a pu faire abandonner à la *British Cotton Grower's Association*.

« *L'Association ne désire pas cultiver le coton elle-même, mais encourager d'autres à le faire, et, dans des pays tels que l'Ouest Africain, créer une industrie indigène.* »

Et ainsi l'Association donne à l'industrie anglaise, aujourd'hui tributaire de l'Amérique, des sources nouvelles de production de matières premières, en même temps qu'elle crée, dans des possessions tropicales, une culture nouvelle et indigène qui, augmentant le pouvoir d'achat des noirs, augmentera également leur chiffre d'affaires avec l'Europe et lui fournira des débouchés nouveaux et rémunérateurs.

La France a, dans ses possessions de l'Ouest Africain, de merveilleuses colonies cotonnières, qu'elle peut mettre en valeur, et il est à souhaiter qu'une association cotonnière française applique le principe qui a donné de si brillants résultats à la *British Cotton Grower's Association*. Elle est assurée du succès.

ARTS CHIMIQUES

COLLES, MASTICS ÉPAISSISSANTS. — GÉLATINES, GOMMES, AMIDONS, DEXTRINES ET SUBSTITUTS, d'après *Fritz Krüger* (1).

Une bonne colle doit posséder les propriétés suivantes :

1° Elle doit se dissoudre assez facilement de manière à former un liquide suffisamment visqueux et capable de s'étendre en couche au pinceau;

2° Elle doit, dès qu'on l'a étendue en couche, abandonner le solvant rapidement et sans difficulté;

3° Elle doit être jusqu'à un certain degré hygroscopique, c'est-à-dire qu'elle ne doit pas sécher jusqu'à tomber en poussière;

4° Enfin elle doit montrer une certaine affinité pour les corps à coller, c'est-à-dire qu'elle doit les pénétrer et s'y combiner d'une manière indissoluble.

Parmi les méthodes d'essai des colles, celle de Poste est une des meilleures. Elle consiste à traiter 250 grammes de colles par 500 centimètres cubes d'eau, au bain-marie, et à évaporer jusqu'à ce que la solution représente les cinq neuvièmes de la masse initiale, soit de 416 $\frac{2}{3}$ grammes. On prend alors deux morceaux de bois (un tendre et un dur) mesurant 420 millimètres de long, et 40 millimètres carrés de section; on les coupe en deux moitiés égales de 210 millimètres chaque, et on colle les deux parties bout à bout. On laisse sécher soixante-douze heures à la température de 17°-20°, et on procède à l'essai de rupture de la façon suivante. On perce un trou dans la pièce de bois à une distance de 180 millimètres exactement du joint, et on fixe la pièce sur une table de manière que le joint soit exactement à 10 millimètres du bord. On suspend par le trou un plateau que l'on charge d'abord de 25 kilogrammes, puis de cinq en cinq minutes, on ajoute 5 kilogrammes jusqu'à ce que la rupture ait lieu. Plus la charge est élevée, meilleure est la colle. Si l'on prend comme unité le nombre obtenu avec une colle donnée, on obtiendra ensuite des nombres indiquant la force d'adhésion de la colle essayée.

I. — COLLES ANIMALES

Les diverses colles animales sont : la gélatine ou colle forte, la colle de peau, la colle d'os, la colle de poisson.

L'emploi des colles animales est aussi répandu que varié. En dehors de leur usage pour l'ébénisterie et la menuiserie, elles servent à la fabrication des papiers de verre, et d'émeri (schmirgel), dans l'apprêt des tissus de laine, pour le papier à lettre; en combinaison avec la glycérine et le sucre pour la production de couleurs d'imprimeries, ou avec l'oxyde de chrome dans l'impression sur étoffe.

(1) *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses*, 1905.

En ce qui concerne les industries du bois, on n'a pas encore trouvé de colles qui puissent, même de loin, remplacer la colle forte. Dans la reliure, elle a également conservé toute son importance. Dans les industries du cuir et pour la production de certains tapis, elle est aussi très employée.

La colle forte a le grand avantage de prendre rapidement, de sorte que le travail n'est pas longtemps interrompu par l'opération du collage et la mise en service des objets est presque immédiate.

A côté de ces qualités, la gélatine a le gros défaut d'être insoluble dans l'eau froide, et par conséquent son emploi doit se faire à chaud. La préparation de la solution de gélatine, si simple qu'elle soit, est assez souvent, même dans les ateliers, opérée d'une façon illogique, à savoir par exemple le chauffage à feu nu. Cette méthode est complètement à rejeter, car la colle perd alors rapidement ses propriétés. Le chauffage au bain-marie est seul convenable.

Il est recommandable de ne pas préparer la colle forte longtemps d'avance, car elle est sujette à s'altérer par suite de la formation de moisissures (cette gélatine altérée est d'ailleurs un excellent engrais pour l'horticulture).

Relativement à l'emploi de la colle forte, elle doit ne pas être trop épaisse et s'étendre facilement en couche mince, sans former de *coulures*. Les pièces à coller doivent être serrées fortement et rester ainsi non seulement jusqu'à ce que la colle soit refroidie, mais encore jusqu'à ce que le séchage soit à peu près complet.

Lorsqu'on colle du bois creux, la gélatine pénètre dans les pores et l'adhérence se fait mal. Dans ce cas, on a recours à l'usage d'une feuille de papier de soie, ou de gaze, que l'on interpose entre les deux parties à coller, ou bien on imprègne d'abord avec une colle très étendue, puis on colle ensuite rapidement à chaud. Les pièces de bois doivent être, dans tous les cas, chauffées au préalable.

Méthodes d'analyse. — Les méthodes employées jusqu'à ce jour ne donnent pas de résultats bien certains.

Graeger obtient la valeur d'une colle forte d'après sa teneur en *glutine*. Il dissout à cet effet un poids connu du produit à examiner, dans de l'eau, et ajoute une solution de tannin jusqu'à ce que la précipitation soit achevée; il filtre, lave, sèche jusqu'à poids constant et pèse.

Il calcule ensuite la quantité de glutine en admettant que 100 parties du précipité contiennent 42,77 p. 100 de glutine, il a trouvé ainsi que la teneur en glutine de diverses gélatines varie de 68 à 81 p. 100. Il est à remarquer ici que la composition du précipité obtenu par le tannin est loin d'être constante, et de plus, que certains produits de transformation de la gélatine sont précipités partiellement par l'acide tannique, de sorte que la colle apparaît, de cette manière, meilleure qu'en réalité.

Lippowitz apprécie la qualité de la colle d'après sa solidité; à cet effet, il en pèse 5 grammes qu'il dissout dans 50 gr. d'eau chaude et abandonne pendant dix-huit heures à 18°. Il fait alors agir, sur la masse ainsi obtenue, une tige métallique renforcée à la partie inférieure par une tête arrondie et terminée à la partie supérieure en forme de coupe, destinée à recevoir du petit plomb. La tige est maintenue par un anneau conducteur. On charge ainsi la coupe jusqu'à ce que la surface de la colle soit déchirée par la tige métallique. On fait le même essai avec une gélatine type et on compare les charges de rupture.

Chattenmann apprécie la quantité d'eau absorbée par l'échantillon de gélatine; il pèse une petite quantité du produit à examiner, le recouvre d'un excès d'eau à 15° et

l'abandonne ainsi pendant vingt-quatre heures. L'eau non absorbée est décantée, la gélatine est séchée rapidement avec du papier filtre et pesée. La gélatine est d'autant meilleure que la quantité d'eau absorbée est plus grande.

Weidenbusch sèche d'abord la gélatine à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant, puis en fait une solution à 10 p. 100 dans l'eau, au bain-marie. Il y trempe alors des baguettes de gypse (1 p. gypse, 1 p. d'eau) séchées sur du chlorure de calcium, et dont le diamètre est de 6 millimètres. Après une ou deux minutes d'immersion, on retire les baguettes, laisse égoutter et sèche à l'étuve à 100°. Les baguettes ainsi préparées sont placées horizontalement dans un anneau métallique. Au moyen d'un crochet, on suspend sur le milieu de la baguette une petite coupe dans laquelle on verse lentement du mercure jusqu'à la rupture. La charge de rupture (plus elle est élevée, meilleure est la colle) permet de tirer une conclusion sur la qualité de la gélatine.

Cadet a proposé une méthode très simple, mais aussi très incertaine : il sèche à 100° jusqu'à poids constant un poids connu de colle, puis l'abandonne ensuite à l'air humide. La quantité d'eau absorbée indique la qualité de la colle.

Jettel pose les conditions suivantes pour une bonne gélatine :

La couleur peut varier du jaune au brun clair, mais ne doit jamais être foncée; elle ne doit pas attirer l'humidité de l'air, c'est-à-dire ne pas être hygroscopique. La cassure doit être vitreuse et brillante, et jamais grenue, ce dernier défaut indique une fusion incomplète. Dans l'eau froide, la gélatine ne doit pas se ramollir, même après 48 heures; placée sur la langue, elle ne doit pas laisser une saveur acide, ni salée.

Si on immerge dans l'eau froide un poids connu de gélatine pendant 24 heures, qu'on sèche et pèse à nouveau, la gélatine sera d'autant meilleure que le nouveau poids sera plus voisin du poids initial. Du reste, l'estimation de la gélatine varie suivant l'emploi qu'on en veut faire; cependant elle doit toujours être neutre et séchant bien.

Kissling (1) propose les essais suivants :

1° *Détermination de la teneur en eau* : Deux ou trois grammes de gélatine finement râpée sont placés dans un verre de montre et abandonnés à l'étuve à 110°-115° jusqu'à poids constant. La première pesée doit se faire rapidement, car la gélatine en poudre perd rapidement de poids à l'air.

2° *Détermination des cendres* : Elle se fait avec la prise d'essai précédente et dans un creuset de platine. Le charbon obtenu brûle difficilement, aussi est-il nécessaire de l'imprégner à plusieurs reprises avec quelques gouttes d'acide azotique ou d'azotate d'ammoniaque, et de calciner à nouveau. L'examen des cendres permet de reconnaître si on a affaire à une colle d'os ou à une colle de peau : dans le premier cas, on a une masse fondue et neutre, dans laquelle on peut démontrer la présence de chlore et d'acide phosphorique; dans le second cas, on a des cendres pulvérulentes, à réaction alcaline due à la présence de potasse caustique.

3° *Acidité* : On place 30 grammes de gélatine dans un ballon avec 80 grammes d'eau. On laisse quelques heures en contact et on distille avec un courant de vapeur d'eau pour séparer les acides volatils. On arrête la distillation dès que l'on a recueilli

200 centimètres cubes de liquide et on titre avec de la potasse $\frac{N}{40}$.

(1) *Chemiker Zeitung*, 1887, p. 691.

Si on est en présence d'acide sulfureux, il est bon de mettre d'abord la potasse titrée et d'en titrer ensuite l'excès avec de l'acide normal.

4° *Séchage* : La solution précédente, débarrassée des acides volatils, est portée à 150 grammes, et chauffée au bain-marie avec réfrigérant à reflux. On prélève alors 10 centimètres cubes de la liqueur chaude, qu'on verse dans un verre de montre de 10 centimètres de diamètre, placé horizontalement à l'abri des poussières, en ayant soin que la liqueur ne coule pas sur les parois.

La température doit être aussi constante que possible. Dans les jours suivants, on observe les progrès du séchage, sur les bords du disque, et on compare avec deux essais exécutés en même temps dans les mêmes conditions, l'un avec une colle de bonne qualité, l'autre avec une colle défectueuse.

5° *Détermination des substances étrangères*, c'est-à-dire des parties qui, dans une solution étendue, restent insolubles et se déposent. Cet essai est seulement comparatif. On emploie à cet effet le reste de la solution 4° que l'on étend à 1 000 centimètres cubes, avec de l'eau chaude, dans une éprouvette graduée. On laisse reposer 24 heures. Dans la plupart des cas, le dépôt est faible; parfois cependant il est appréciable et très nuisible, surtout s'il est formé de matières organiques.

6° *Odeur* : Les colles de peau ont généralement une odeur plus agréable que les colles d'os; parfois l'odeur, faible à froid, devient repoussante à chaud.

Kissling (1) expose que tous les appareils proposés pour déterminer le pouvoir adhérent d'une gélatine sont défectueux, en ce sens qu'ils ne donnent jamais les mêmes indications dans des conditions identiques, il préfère donc en conséquence déterminer le séchage.

Fels (2) conclut, de ses travaux, que la consistance de la gélatine est l'indice de sa qualité; il fait les déterminations suivantes : Il dose l'humidité sur 1-2 grammes de gélatine râpée, dans une étuve à 100°. Il prépare ensuite une solution avec 100 grammes de gélatine et 400 grammes d'eau, en abandonnant 24 heures à froid, puis en chauffant au bain-marie. Il dilue ensuite à 15 p. 100 et mesure la viscosité de cette liqueur avec l'appareil d'Engler, à la température de 30°, par comparaison avec l'eau.

Pour la *détermination de la matière grasse*, le docteur W. Fabrion (3) pèse 10 grammes de gélatine concassée, qu'il chauffe au bain-marie en présence de 40 centimètres cubes de soude alcoolique, à 8 p. 100. Le chauffage est prolongé en agitant continuellement, jusqu'à ce que tout l'alcool soit chassé; on reprend une seconde fois par l'alcool et évapore à sec de nouveau. (S'il y a un résidu insoluble dans l'alcool, il est de nature anorganique et est alors soluble dans l'HCl.) On sépare alors les acides gras au moyen d'acide chlorhydrique dilué, on chauffe une demi-heure, presque jusqu'à l'ébullition, et on laisse refroidir. On épuise ensuite par l'éther dans une ampoule à décantation. On laisse déposer et on décante la solution étherée qui contient les acides gras. Les acides gras oxydés, non dissous, sont repris par l'alcool. Le mélange des solutions alcooliques et étherées est évaporé à sec, pesé, puis calciné et pesé à nouveau. La différence des deux pesées représente la matière grasse.

Kissling (4) agite la solution chlorhydrique de gélatine avec de l'éther de pétrole, évapore à sec et obtient ainsi directement la matière grasse. Cet auteur tient la méthode.

(1) *Chemiker Zeitung*, 1889, p. 1667.

(2) *Chemiker Zeitung*, 1891, p. 56, 70; 1898, p. 376.

(3) *Chemiker Zeitung*, 1899, p. 43, 452.

(4) *Chemiker Zeitung*, 1896, p. 20, 698.

de précipitation par le tannin pour infidèle et a décrit (1) un procédé et un appareil destinés à prendre le point de fusion des gélatines.

Gélatine liquide.

La gélatine peut être désignée comme colle universelle ; judicieusement employée, elle reste sans rivale, en particulier lorsqu'il s'agit de coller bois sur bois ; papier sur bois, sur métal ou sur verre ; étoffe sur métal, sur bois ou sur verre ; papier sur papier, sur parchemin, etc., etc. Elle a cependant deux inconvénients, surtout pour l'usage domestique : elle n'est pas préparable instantanément, il faut la laisser longtemps dans l'eau pour la ramollir ; ensuite elle doit être employée à chaud.

Pour éliminer ces deux inconvénients, on cherche depuis longtemps à rendre la gélatine fluide, sans diminuer ses qualités.

Ce résultat a été atteint avec plus ou moins de succès, et si l'on veut en croire les annonces des fabricants, la gélatine liquide, quel que soit le nom brillant qu'on lui donne dans le commerce, serait supérieure à toute autre. Il faut dire de suite que d'après les expériences faites par l'auteur, il est impossible d'amener la gélatine à l'état de liquide stable à la température ordinaire, sans diminuer notablement ses qualités collantes. Pourtant on a fait des préparations qui non seulement égalent les autres matières collantes, mais les surpassent, et qui sont propres pour tous les usages, même le collage du bois. Il ne faut pas cependant croire que tous les produits vendus sous le nom de gélatine sont ou contiennent de la gélatine. Dans la plupart des cas, c'est une préparation à base de dextrine qui n'a de commun avec la gélatine que le nom.

Pour obtenir une gélatine restant fluide, on a proposé différents procédés ; l'action de l'acide nitrique entre autres permettait d'atteindre ce résultat sans diminuer en rien la puissance adhésive de la gélatine (1).

D'après Dumontin, on dissout 1 kilogramme de gélatine de Cologne dans 1 litre d'eau, 200 grammes d'acide nitrique à 36° B^e, et chauffe jusqu'à ce que l'effervescence et le dégagement de vapeurs nitreuses ait cessé. Un tel produit est suffisant pour les différents emplois, mais la réaction acide de cette colle rend son action peu durable, en particulier avec le papier qu'elle rend cassant.

Voici encore d'autres procédés :

On dissout la gélatine dans son poids d'acide acétique, on ajoute un quart d'alcool et un peu d'alun. (Ce produit est très répandu dans le commerce.)

Le procédé qui suit est recommandé par l'auteur :

100 parties de gélatine sont mises dans 200 parties d'eau froide ; au bout d'un certain temps, on chauffe, pour dissoudre. On ajoute alors 1 à 2 pour 100 de chlorure de zinc. On laisse ensuite digérer le tout au bain-marie jusqu'à ce qu'une prise d'essai ne se solidifie plus par refroidissement. Si la gélatine employée a une réaction alcaline ou contient des sulfites, ce qui peut arriver, étant donné que les jus sont souvent clarifiés avec de la chaux, ou blanchis avec de l'acide sulfureux, il faut lui ajouter de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la réaction soit neutre ou que l'SO² soit mis en liberté.

Un excès d'acide chlorhydrique est à éviter, car s'il empêche la gélatinisation, il abaisse considérablement la force adhésive.

(1) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1903, n° 17.

Dans la plupart des cas, il est nécessaire de chauffer 12 à 14 heures pour avoir une bonne gélatine soluble à froid. Le produit ainsi obtenu a une réaction neutre ou légèrement alcaline. Grâce à la présence du chlorure de zinc, il se conserve bien et est propre à tous les emplois, même la peinture.

Pour l'usage, on fait une solution à 20-25 pour 100. S'il est nécessaire d'employer une solution neutre, on neutralisera exactement avec une solution de soude, ou du carbonate de calcium. Le chlorure de sodium ou de calcium qui se forme ainsi, ne nuit dans aucun cas. Le précipité de carbonate de zinc et éventuellement l'excès de carbonate de calcium, se déposent rapidement et on décante la partie claire; cependant on peut sans inconvénient employer la colle telle quelle.

L'addition d'un désinfectant est nécessaire pour empêcher que la solution de gélatine ne s'altère. L'aldéhyde formique est avant tout à éliminer, car outre qu'elle anéantit les propriétés adhésives de la gélatine, elle détermine la formation de combinaisons insolubles. Le borax est à peu près sans action, l'acide borique également. Le phénol, l'acide salicylique et l'éther salicylique, enfin et surtout le camphre dont on ajoute un petit morceau à la solution, ont une action efficace.

Lorsqu'il s'agit de conserver de grandes quantités de solution de gélatine, le mieux est de la recouvrir d'une couche de benzine, toluène ou xylène ou bien encore de vaseline liquide. Le toluène convient bien, son point d'ébullition est assez élevé pour qu'il soit peu volatil, et suffisamment bas pour ne pas adhérer à la préparation d'une façon durable. Suivant les besoins, on soutire la colle liquide, au-dessous de la couche protectrice, au moyen d'un robinet ou d'un siphon.

Les solutions un peu concentrées de gélatine se conservent mieux dans des récipients découverts que dans des récipients fermés. En particulier, toutes les fois que l'espace situé au-dessus de la gélatine est saturé d'humidité d'une façon durable, il ne se forme pas de membrane protectrice à la surface de la gélatine et les germes trouvent là un terrain pour se développer. Dans les récipients ouverts au contraire, l'évaporation superficielle donne naissance à la formation d'une peau qui empêche le contact de l'air, de même qu'une évaporation trop rapide du solvant.

Il existe encore un grand nombre de recettes pour obtenir des gélatines liquides. Nous dirons seulement qu'elles reposent presque toutes sur l'action d'un acide ou d'un sel acide sur de la gélatine dissoute à chaud; on a indiqué, par exemple : l'acide citrique, tartrique, oxalique, chlorhydrique, le sulfate de zinc additionné d'acide chlorhydrique, etc.

Pour terminer, nous donnerons les recettes suivantes, qui sont très employées dans la vie domestique.

Colle à bouche pour étiquettes :

	Colle de poisson.	25 parties.
	Sucre	12 —
	Eau.	36 —
ou :	Gélatine.	24 parties.
	Sucre	13 —
	Gomme arabique.	3 —
	Eau.	30 —

Préparation du syndétikon (1) : on dissout à chaud quatre parties de sucre dans

(1) Voir l'ouvrage de S. Lehner, *Kitte und Klebemittel*, p. 75.

12 parties d'eau; on ajoute, en agitant, une partie de chaux éteinte et laisse bouillir pendant une heure en remplaçant l'eau qui s'évapore. On laisse déposer et on ajoute à la liqueur claire trois parties de bonne gélatine. Après 24 heures de repos, on porte à 100°.

Caséine et gluten.

La caséine appartient également aux colles animales, on la retire du lait de vache qui en contient 3,5 p. 100. Le gluten s'en rapproche par sa composition.

La caséine est assez employée comme mastic pour la poterie, la porcelaine, le marbre. On la dissout dans un faible lait de chaux, on l'emploie sur-le-champ, car elle perd rapidement ses propriétés. D'après un autre procédé, on dissout la caséine dans l'ammoniaque. *Schützenberger* (1) emploie la formule suivante : à 28 litres d'eau tiède, on ajoute 1 kilogramme d'ammoniaque à 20 p. 100, puis 7 kilogrammes et demi de poudre de caséine, et on agite jusqu'à dissolution.

Le mélange de deux parties de caséine et d'une partie de borax en bouillie dans l'eau peut remplacer la colle forte dans bien des cas, pour le bois, le carton et le cuir.

Plusieurs brevets allemands ont été pris pour des colles formées de caséine, additionnée de chaux, de silicate de soude, d'alun, de sucre, de tannin, d'huile de lin ou d'huile de ricin (2).

Le gluten que l'on retire des céréales n'est employé comme matière collante que dans la cordonnerie.

La préparation a lieu par fermentation de l'orge. On abandonne cette dernière à l'état de bouillie claire dans l'eau, pendant quelques jours à la température de 30-40°.

Le moment venu, on arrête la fermentation en abaissant la température ou en additionnant d'un antiseptique. La masse desséchée se présente sous forme d'écailles, pour l'usage on laisse tremper dans l'eau froide, puis on forme une pâte, en chauffant.

II. — COLLES VÉGÉTALES

Les colles végétales sont principalement employées chaque fois qu'il s'agit de coller du papier; elles comprennent surtout la gomme arabique, l'amidon et ses dérivés.

Gomme arabique.

La gomme arabique fut connue des anciens Égyptiens qui s'en servirent pour préparer des peintures, et des anciens Grecs; d'ailleurs, c'est du mot grec *Κομμ* que provient notre mot « gomme ». Hippocrate l'employait pour préparer des médicaments, et Hérodote dit qu'elle entrait dans la confection de l'encre. Les Romains l'employèrent fort peu. Ce n'est que dans les temps modernes et surtout de nos jours, que la gomme arabique a pris une grande importance.

Wiesner divise les gommés d'après les produits auxquels elles conduisent, c'est-à-dire l'arabine, la cerasine et la bassorine.

(1) Otto N. Witt, *Chemische Technologie der Gespinnstfasern*, p. 352.

(2) Brevets allemands, 20 281, 37 074, 60 156, 63 042, 116 355, 132 895, 154 289.

L'essai des gommes se fait surtout au microscope; il permet d'apprécier les substances étrangères, notamment la dextrine, qui ne présente pas de sillons sur la surface.

Si l'on dissout une prise d'essai dans l'eau froide, il doit en résulter une solution épaisse, faiblement opaline, presque transparente.

Une solution de gomme pas trop concentrée donne par agitation naissance à une mousse assez persistante, ce qui n'a pas lieu avec une solution de dextrine. L'addition de dextrine se reconnaît à l'odeur ou mieux avec la liqueur de Fehling, à l'ébullition. Les dextrines du commerce contiennent en effet toujours des sucres réducteurs. Une falsification fréquente est l'addition de gomme *Bdelium*, son aspect onctueux et le dégagement d'ammoniaque qui se produit lorsqu'on la chauffe au petit tube, la font facilement reconnaître.

Les solutions de gomme pure donnent un précipité gélatineux avec le chlorure de fer, qui ne se redissout plus dans l'eau; s'il y a addition de dextrine, l'eau se trouble.

Pour distinguer ou séparer la gélatine de la gomme, on se sert de la précipitation par le tannin; la gomme reste seule en solution.

Fromm (1) conclut de ses travaux qu'une bonne solution de gomme doit avoir une densité de 1,035; une viscosité d'au moins 2,0 à la température de 20° (avec l'appareil d'Engler); un pouvoir rotatoire négatif d'au moins 2°,30 au tube de 10 centimètres, 50 centimètres cubes de cette solution doivent nécessiter l'emploi de 2°,1 d'alcali $\frac{N}{10}$ pour la neutralisation; enfin la solution de gomme doit épaissir l'acétate de plomb, et ne pas réduire, ou très peu, la solution alcaline de cuivre.

Amidon.

L'amidon est le meilleur succédané de la gomme, son avantage est d'être un produit indigène, par conséquent à l'abri de bien des fluctuations.

Mis en présence de quinze à vingt fois son poids d'eau froide, l'amidon ne donne rien qu'un liquide laiteux, mais si l'on chauffe au-dessus de 50°, les grains d'amidon gonflent, et l'empois se produit. La température à laquelle commence à se former l'empois varie suivant la nature de l'amidon; d'après Lippmann, cette température est de 50 à 55° pour l'amidon de gruau; 65° à 67°,5 pour l'amidon de blé; 58°,7 à 62°,5 pour l'amidon de pomme de terre et de riz, 55° à 62°,3 pour celui de maïs.

L'empois d'amidon sert pour coller les papiers peints, les cartonnages, les cuirs, etc. Il donne des résultats satisfaisants en ce sens qu'après séchage il est insoluble dans l'eau froide.

Pour élever la force adhésive de l'empois d'amidon on lui ajoute un peu de gélatine. Quand on veut lui donner plus d'élasticité, on l'additionne d'un peu de térébenthine. Dans le collage du papier peint, sur les murs, on ajoute à l'empois un peu d'un savon neutre de résine.

Pour déterminer la valeur d'un amidon, relativement à son utilisation comme empois, on en pèse 3 grammes qu'on épaissit au bain-marie dans 100 centimètres cubes d'eau. Après le refroidissement on le recouvre d'une plaque de verre de 2,5 centimètres de diamètre. L'empois est d'autant meilleur que la plaque s'enfonce plus lentement.

(1) *Zeitschrift für analytische Chemie*, 1901, p. 143.

W. Thompson (1) emploie un procédé analogue : il laisse tomber dans l'empois d'une hauteur de 300 millimètres une tige de fer, déterminée, et mesure la longueur dont elle s'est enfoncée.

L'amidon, traité de différentes façons, donne des préparations qui peuvent remplacer la gomme arabique.

Si l'on chauffe de l'amidon avec de l'eau, à la température de 130°, on obtient une solution. Il se forme de la dextrine et du glucose dans le cas de la présence d'un acide libre. Arthur Meyer a trouvé que l'empois d'amidon, chauffé sous pression, commence à s'éclaircir vers 110° à 138°, il se forme une solution claire ; à 145° aucune décomposition ne se produit, mais à 160° la solution commence à brunir. Après refroidissement, l'amidon se sépare à nouveau.

Béchamp, en 1856, a observé qu'une solution de chlorure de zinc liquéfie l'amidon dès la température ordinaire. La plupart des sels halogénés agissent de même, ainsi que le tartrate de potasse, le nitrate et l'acétate de soude, le nitrate de calcium.

Dans l'industrie, on emploie notamment le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium qu'on fait agir à chaud. En général, on dissout le chlorure dans l'eau froide et on ajoute peu à peu l'amidon, en remuant constamment. Après qu'on a ainsi obtenu une bouillie claire, on chauffe lentement jusqu'à l'ébullition sans interrompre l'agitation. Dès que l'on a obtenu une solution claire, on laisse refroidir. Le produit obtenu est ciroux, on peut l'étendre d'eau chaude sans qu'il perde son pouvoir adhésif.

La combinaison ainsi engendrée, à base de magnésie, est très employée dans l'apprêt du coton et du fil ; la solution dans le chlorure de calcium constitue une colle très employée pour la fabrication des sacs en papier, l'administration des Postes allemandes l'emploie pour le collage des étiquettes sur les colis.

On emploie également aux mêmes usages la colle obtenue par l'action de la potasse ou de la soude étendue sur l'amidon. Cette colle, très bon marché, possède une grande résistance aux intempéries, malheureusement son alcalinité la rend impropre dans certains cas. Certaines couleurs en effet sont altérées ou détruites par les alcalis.

La fabrication de cette colle a lieu de la façon suivante : on mélange d'abord l'amidon et l'eau puis, en agitant fortement, on laisse couler de la soude à 40° B^e jusqu'à avoir une teneur de 2 à 3 p. 100 en NaOH. L'agitation doit être prolongée jusqu'à ce que la masse soit bien homogène. Le produit doit ensuite pouvoir s'étendre facilement avec de l'eau froide.

Si on fait bouillir cette colle pendant deux heures, on obtient une solution limpide qui ne forme pas d'empois par refroidissement. Si on veut neutraliser la solution, elle se trouble rapidement, mais redevient limpide en chauffant.

Amidon soluble.

Si l'on fait agir un acide sur l'amidon, on peut obtenir différents produits dont le premier est l'amidon soluble. Ce produit chauffé avec l'eau ne donne plus d'empois, mais une solution claire.

(1) *Dinglers polyt. Journal*, 1886, p. 88.

Dextrine.

Si l'action de l'acide est plus profonde, on obtient de la dextrine, qui peut d'ailleurs s'obtenir par d'autres procédés, notamment par grillage.

La gomme d'Ekman (br. all. 141 753) est très voisine de la dextrine; pour l'obtenir on fait agir, sur deux parties d'amidon, une partie d'acide sulfurique à 80 p. 100 de monohydrate, en évitant tout dégagement de température et en agitant constamment. Au bout d'un certain temps, on reprend par un peu d'eau, on neutralise par du carbonate de chaux, on filtre, puis on évapore la solution, dans le vide, à la consistance désirée. Dans le commerce, on trouve une solution à 21°-25°B°.

La gomme d'Ekman, à l'état solide, est une masse cassante, vitreuse, sans odeur ni saveur, neutre et non hygroscopique. On l'emploie surtout pour l'apprêt des soies et demi-soies, et en impression.

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Sur la lutte en distillerie contre les fermentations secondaires. — Sur la fixation de l'azote atmosphérique. — Sur la composition de l'amidon. — Emploi comme combustible du charbon pulvérisé, par Eustache Carey. — Données bibliographiques sur le tantale et gisements du tantale en France. — Quantité de lumière réfléchie par les papiers peints. — Sur l'extraction du tannin des substances tannifères. — Huiles utiles à l'ensimage des laines. — Peintures à l'huile du Métropolitain de New-York. — Variétés : Sur l'aldéhyde formique. Sur les applications des essences. Sur la solubilité du sulfate de chaux. Sur les phosphates de chaux dans l'élevage. Le perborate de soude. Les successeurs de M. de Luynes au Conservatoire des Arts et Métiers.

SUR LA LUTTE EN DISTILLERIE CONTRE LES FERMENTATIONS SECONDAIRES

Dans les branches multiples de l'industrie des fermentations, il y a plusieurs façons de lutter contre les infections. La vie des ferments est l'analogie de la vie des autres êtres; comme en pathologie animale, on recourra donc, soit à l'antisepsie, soit à l'asepsie.

1° L'antisepsie, c'est l'emploi des antiseptiques; entre autres, ont été préconisés : l'acide fluorhydrique et les fluorures (Jean Effront, 1890. Voir le *Moniteur scientifique*, années 1890 à 1894); l'aldéhyde formique (Trillat, in *Bulletin de l'Ass. des chimistes de sucrerie et de distillerie*, année 1893); tout récemment le sulfate de cuivre. M. Pozzi-Escot a insisté sur l'innocuité relative de ce sel pour les saccharomyces et son action très nocive au contraire sur certains ferments qu'on rencontre dans les mûts industriels, et plus particulièrement pour les ferments lactique et butyrique (brevet français 307 950 et note de M. Pozzi-Escot, in *Bulletin de l'Ass. des chimistes de sucrerie*, 1905).

Quelques détails sur cette action du sulfate de cuivre, puisque c'est l'antiseptique le plus nouveau. M. Pozzi-Escot a reconnu qu'il suffit d'ajouter aux mûts acides de distilleries de mélasses, des doses de sels de cuivre ne dépassant pas 100 milligrammes par litre et souvent même inférieures, pour obtenir des fermentations très pures et très actives. Le sel de cuivre a sur d'autres antiseptiques l'avantage de ne pas agir sur les appareils de distillation en les détériorant. La propriété de ses applications appartient à l'Institut de recherches de M. Jacquemin, à Malzéville-Nancy; la plus importante est la purification du malt utilisé en distillerie.

2° L'asepsie, c'est la stérilisation des levures, par la chaleur surtout. S'y trouvent reliées la préparation des levures pures et la sélection des levures, qui ont inspiré des travaux magistraux et bien connus.

3° Un troisième moyen de lutte a son origine dans une remarque de Jean Effront, qui a été l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, séance du 22 juin 1903. L'acide abiétique, ou la colophane, a la propriété très curieuse de pouvoir servir de préservatif contre les infections dans les fermentations. Si onensemence un milieu

nutritif, soit un moût de grains, avec un ferment isolé, ferment lactique, ferment butyrique ou levure de bière, et qu'on additionne le moût de 1 pour 1000 d'acide abiétique, il ne se manifeste aucune action de ce dernier sur le développement du ferment. Mais si on ensemence le même milieu, en présence de la même addition, non plus avec un seul ferment, mais avec deux ferments, la lutte entre les deux ferments se trouve aidée victorieusement, en faveur de celui des deux qui se trouve en excès, par la présence de l'acide abiétique. C'est à dire que si l'on ensemence avec une forte dose de levure en présence d'une faible quantité d'acide lactique, on obtient, dans les moûts additionnés d'acide abiétique une reproduction très abondante de la levure, sans que les ferments lactiques se développent.

Cette communication a donné lieu à la prise de brevets en divers pays. Voici l'essence du brevet français n° 324 124.

Brevet français. — Le nouveau procédé de fermentation et de préparation de levure pressée qui fait l'objet de cette invention est le résultat de nos récentes recherches qui nous ont amenés à la conclusion que, par l'addition d'un acide gras émulsionné, au moût à fermenter, on accélère considérablement la fermentation et on augmente sensiblement le rendement en alcool et en levure.

Nous avons encore constaté que les acides des résines se comportent comme les acides gras et même plus énergiquement encore, car, par l'emploi de ces acides de résine, nous avons pu constater la disparition complète de l'acide dans les moûts.

La découverte de ces faits ainsi que la remarque que nous avons faite que les sels alcalins des résines ainsi que ceux des acides gras se comportent de même façon que ces acides libres, forment la base du présent procédé.

Pour le travail des mélasses en vue de l'obtention d'alcool, nous recommandons l'opération suivante :

Un volume de mélasse est dilué dans 2 et demi à 3 volumes d'eau à 28° ou 29° centigrades; on y ajoute la levure, puis, après avoir bien mélangé le tout, on y ajoute, par hectolitre de moût, 200 à 600 centimètres cubes d'une solution de colophane à 10 p. 100 préparée de manière qu'un litre de cette solution contienne 100 grammes de colophane et 22 grammes d'hydrate de potasse (KOH).

La solution de colophane peut aussi être remplacée par une solution de savon, de préférence d'un savon à base de potasse. Le savon est d'abord dissous dans l'eau et la dose à employer est de 20 à 50 grammes par hectolitre de moût...

Ce procédé permet d'obtenir un alcool plus pur et un rendement plus élevé et, en outre, lorsqu'on travaille des mélasses normales, on réalise une économie considérable de combustible et on augmente le rendement en potasse.

Les betteraves se travaillent exactement de même, mais le moût doit être neutre, ou très faiblement acide, lorsqu'on y ajoute les acides gras, les résines émulsionnées ou non ou les savons.

Dans le travail des mélasses ou des grains en vue de la fabrication de levure, les moûts doivent être neutres ou faiblement acides et l'addition des acides gras, des résines ou des savons, doit se faire au moût clair dans la cuve.

Le rendement en alcool et en levure est sensiblement augmenté et la levure obtenue se conserve mieux lorsqu'on évite une aération très forte, qui, du reste, n'est pas indispensable avec ce procédé.

L'addition de résine ou de savon au moût de grain pour la fabrication de levure ou d'alcool agit d'une manière analogue à l'action exercée sur les mélasses et ne néces-

site point de description détaillée, puisque les opérations se conduisent conformément à la nature des moûts.

Le brevet revendique un procédé de fermentation de mélasses, betteraves et de toutes matières amylacées ou autres, susceptibles de fermentation de même que de préparation de levures pressées, se caractérisant par l'addition aux moûts de proportions appropriées d'acides gras, d'acides de résines, de résines, ou de savon d'acide gras ou de résine.

Mon attention a été plus particulièrement appelée sur ce sujet, parce que je n'ai absolument rien trouvé qui ait été publié de plus que la communication de M. Jean Effront à l'Académie et le brevet consécutif, et l'une de nos premières autorités dans les questions agricoles, à qui j'ai recouru, ne connaît rien d'autre. Entre temps, j'avais eu l'occasion d'en causer avec M. Effront lui-même, qui avait bien voulu me promettre une note à ce sujet. Je la reçois au moment de mettre à l'impression ces notes sommaires, et je la donne *in extenso* avec d'autant plus de plaisir que tout ce qui vient du savant professeur de l'Université nouvelle de Bruxelles mérite une grande attention, et que, d'autre part, je crois savoir que son procédé à la colophane, non seulement est répandu dans toute l'Europe et même en Amérique, mais encore que les seize usines de France qui l'emploient sont de première importance, quatre d'entre elles produisant chacune une moyenne de 300 hectolitres d'alcool à 100° par jour, et l'ensemble des seize, représentant les 90 p. 100 de l'alcool de mélasse pour la France.

Note du Dr J. Effront sur le procédé de fermentation à la colophane. — « Dans la distillerie et la brasserie, on a toujours à combattre les ferments étrangers. On emploie à cet effet presque toujours de grandes quantités de levures pures; mais cette précaution n'empêche pas l'infection de se déclarer très souvent. Les cellules de levure qui se trouvent au début de la fermentation en grande majorité dans le moût, sont cependant incapables de combattre avec succès les ferments étrangers qui forment la minorité. La victoire de la minorité sur la majorité ne peut pas être attribuée aux conditions chimiques du milieu, plus favorables aux ferments étrangers qu'aux levures.

Les levures de bière trouvent dans les moûts de grains, betteraves et mélasse, un milieu excessivement favorable à leur développement, et l'apparition des ferments lactiques, acétiques et butyriques peut seule s'expliquer par des causes physiques, notamment par les différences de poids spécifique des différents micro-organismes.

De fait, pour que la lutte des levures contre les ferments soit efficace, il faut que les cellules qui se trouvent en concurrence soient très rapprochées l'une de l'autre. C'est seulement dans ces conditions en effet que les produits sécrétés par les levures peuvent atteindre avec succès les ferments étrangers.

Ce contact indispensable pour la lutte efficace des levures contre les ferments ne se réalise pas dans les fermentations à moûts clairs, tels que les moûts de brasserie, de mélasse ou de betteraves. Les ferments étrangers, grâce à leur poids spécifique inférieur, se séparent constamment des levures plus lourdes. Envisagée dans son ensemble, une fermentation peut être considérée comme une série de cultures qui se produisent indépendamment les unes des autres dans les différentes couches de liquide. Cette manière de voir peut être démontrée expérimentalement :

Dans un tube de deux mètres de hauteur, rempli aux trois quarts de moût de mé-

lasse, on introduit un mélange intime de levure et de bacilles lactiques. Dans ce mélange, le rapport entre les cellules de levure et les bâtonnets est de 100 à 5. Après avoir agité énergiquement le contenu du tube, on abandonne la fermentation à 25° C.

Dans la suite, pour observer la répartition des ferments sur la longueur du tube, on prélève des échantillons du moût à différentes hauteurs et on compte au microscope le nombre des différents organismes.

Dans l'échantillon pris du fond du tube, nous constatons dans ces conditions une culture presque pure de levure : sur 100 cellules on trouve à peine 13 bâtonnets. Dans les couches supérieures au contraire les bâtonnets prédominent : sur 100 cellules de levure on trouve 400-450 bactéries.

Les prises d'échantillons intermédiaires nous apprennent que le nombre des ferments lactiques diminue graduellement du haut vers le bas. La différence constatée dans le rapport des levures aux bacilles lactiques dans les différentes couches du même liquide, nous permet de conclure que le phénomène observé se rapporte aussi à chaque goutte isolée du liquide, et que les tendances de séparation des deux espèces de microorganismes prédominent dans toutes les phases de la fermentation, permettant ainsi aux ferments qui se trouvent en minorité, de lutter avec chance de succès contre les cellules de levure formant la grande majorité.

Par conséquent, la lutte des levures contre les ferments pourra être grandement facilitée, si on parvient à provoquer le **rapprochement** des microorganismes divers pendant la fermentation. C'est dans cette voie qu'ont été dirigés tous nos efforts.

On a cherché surtout à augmenter le poids spécifique des ferments. A cet effet, on a expérimenté des substances colorantes qui se fixent aisément, comme on le sait, sur les bactéries. En présence des résultats négatifs, on a recouru à l'emploi de solutions alcalines de colophane.

La solution résineuse introduite dans du moût sucré, forme un précipité excessivement fin. Ce précipité se répartit d'abord également dans toutes les parties du liquide; ensuite, par un phénomène d'hydratation, il devient granuleux et se sépare en flocons.

Ces propriétés, dues à l'acide abiétique, sont très précieuses au point de vue de l'effet que nous cherchions à obtenir plus haut, notamment le rapprochement des levures et des ferments.

Si on répète l'expérience citée précédemment avec un mélange de levure et de ferments en introduisant cette fois de 0gr.3 à 0gr.5 par litre de colophane, on assiste à une tout autre marche de fermentation que plus haut. La levure en présence de colophane se reproduit avec une grande rapidité; les ferments lactiques au contraire ne se reproduisent pas. L'analyse microscopique nous démontre aussi que les bâtonnets introduits avec les levures se trouvent **entourés** de cellules de saccharomyces.

L'effet obtenu par la résine ne peut point être attribué à une action antiseptique, comme nous l'avons démontré dans notre communication à l'Académie, en 1903. L'acide abiétique ainsi que le colophane dépourvu de principes volatils, agissent sur les ferments d'une façon particulière. Ces substances, sans être antiseptiques proprement dits, peuvent agir de manière à produire une **sélection** entre les microorganismes en favorisant le développement de l'espèce qui prédomine au début dans le liquide nourricier par le plus grand nombre de ses individus.

L'effet obtenu par le colophane est dû à ses propriétés physiques. Le mécanisme de l'action peut s'expliquer par voies différentes :

Le colophane en se précipitant à un état de division extrêmement fin, se dépose

inégalement sur les levures et les ferments lactiques. Ces derniers présentant, grâce à leur forme de bâtonnets, une surface relativement plus grande, se trouvent plus chargés que les premières : cette circonstance augmente leur poids et les rapproche des cellules de levure.

Dans la répartition inégale du précipité, la structure différente d'enveloppe des ferments, doit aussi jouer un rôle. Sur les surfaces poreuses il se déposera plus de colophane que sur les surfaces lisses.

Ces deux facteurs peuvent entrer en jeu dans la première phase de l'action du colophane, c'est-à-dire avant qu'il se soit hydraté; dans la seconde phase, le précipité s'agglutine, et en traversant le liquide de haut en bas il ramasse les bâtonnets encore isolés et les précipite avec les levures.

En somme, nous assistons ici à une espèce de collage particulier, ayant pour but non pas, comme dans le collage ordinaire, d'éliminer les particules solides qui se trouvent dans le liquide, mais de produire une sélection, en favorisant la majorité au détriment de la minorité.

Les résultats obtenus au laboratoire ont été ensuite suivis par les essais pratiques dans l'industrie. Au point de vue de l'application industrielle, le procédé est excessivement simple : Dans le moût à fermenter, on introduit les levures, ensuite une solution alcaline de colophane à raison de 20-30 grammes par hectolitre de moût. L'avantage de cette sorte de travail est surtout frappant dans les distilleries de mélasse.

Dans le travail ordinaire de mélasse, en vue de combattre les fermentations secondaires, on a recours aux moyens suivants :

- 1° Stérilisation des moûts par la chaleur;
- 2° Addition de 1,75—2 gr. SO^2_4 par litre de moût;
- 3° Emploi de grandes quantités de levain ou de levures.

Ces moyens, sans aboutir toujours à des résultats certains, sont très dispendieux. La stérilisation demande beaucoup de vapeur; l'emploi de l'acide sulfurique présente aussi de grands désavantages: outre les frais qu'il occasionne, il déprécie les salins, vu que SO^2_4K^2 a une valeur beaucoup moindre que CO^2K^2 , — en outre il incruste les triples effets et détériore le matériel de distillerie.

En travaillant avec le colophane, on simplifie beaucoup le travail : plus de stérilisation, on se contente d'une simple dilution à l'eau froide; au lieu d'ajouter de l'acide sulfurique en excès, on ne fait que neutraliser la mélasse; d'autre part, on réduit de 50 p. 100 la quantité de levure employée. Bref, on fait une économie de combustible, d'acide, de levure, et on obtient une grande plus-value de salins, vu que la richesse de ces derniers en CO^2K^2 est de 8-10 p. 100 plus grande. Le rendement en alcool est plus régulier et le produit obtenu, grâce à l'absence de l'acide sulfurique, est beaucoup plus pur.

Le procédé aux résines ne date que de deux ans, et il s'est répandu, grâce à sa simplicité, avec une rapidité vraiment étonnante. En France 90 p. 100 de l'alcool de mélasse ont été produits cette année avec ce procédé ».

Telle est la note très suggestive de M. le docteur J. Effront. Ses idées théoriques sur la purification par agglutination des moûts sucrés et la mise en échec des ferments secondaires sont à rapprocher de l'étude que *M. Henri Van Laer* vient de donner aux *Annales* de la brasserie et de la distillerie : Sur quelques phénomènes de coagulation ou d'agglutination de la levure produits par les borates.

Constitution de l'acide abiétique. — Plus les applications d'un composé tendent à se multiplier, plus la connaissance de sa constitution intime est utile à assurer. L'acide abiétique a récemment inspiré deux séries de travailleurs à étudier ce point de théorie. *T. H. Easterfield et G. Bayley* (*Journal of the chemical Society*) le regardent comme un dérivé du décahydrophénanthrène, mais avec deux doubles liaisons, deux atomes d'hydrogène étant remplacés par un groupe méthyle et un groupe isopropyle. *H. Endemann* (*American chemical journal*) regarde plutôt cette formation comme existant non dans la molécule primitive, mais dans des chaînes latérales, et provenant de l'action d'agents réducteurs. Pour lui, l'acide abiétique est un acide tétradécahydrobutène-phénylanthrène carboxylique.

Les particularités, dit H. Endemann, que l'acide abiétique présente dans ses réactions et dans ses propriétés, doivent frapper l'esprit par la considération suivante: il y a de nombreux points de similitude entre les dérivés de la résine colophane et les principes amers du houblon. Cette remarque doit s'entendre également de leur action préservatrice, tout particulièrement lorsqu'il s'agit de détruire les organismes des fermentations lactique et acétique. L'acide humulique et l'acide dicarboxylique de Endemann diffèrent en composition de CH^2 ; ceci suggère la présence d'un noyau pentane avec une double liaison, comme Lintner et Schnell l'ont démontré (*Centralblatt*, 1904), à la place d'un noyau hexane.

L'acide abiétique serait donc de l'acide tétradécahydrobutène-phénylanthrène carboxylique. Je vois d'ici la mine effarée que ferait, en lisant ce mot, l'un des anciens présidents de l'Académie des Sciences, qui, dans son discours à la séance publique annuelle, disait: « On a cherché à colorer artificiellement les fleurs blanches. Si donc une partie de l'auditoire est désireuse d'avoir des œillets verts, il faudra qu'elle aille demander dans un magasin de produits chimiques, si toutefois elle se rappelle le nom, l'acide diéthyl-débenzyl-diamidotriphénylcarbinotrisulfureux, afin de faire un sel de soude dans la solution duquel elle fera tremper la tige de l'œillet blanc, qui deviendra vert. »

M. le Président commettait une erreur grave, et je me rappelle qu'en la lisant, je ne pouvais comprendre qu'un président d'Académie ne sût pas faire la distinction entre ce que doit être le langage courant et ce que peut être le langage scientifique.

Je comprenais encore moins qu'il ne sût pas reconnaître qu'on ne va jamais demander chez l'épicier, le droguiste ou le pharmacien de l'iodure de tétraméthyléthyl-diamidotriphénylméthane ou de la phényldiméthylpyrazolone, mais bien du vert malachite ou de l'antipyrine. Je comprenais encore moins qu'il ne voulût pas reconnaître que ce langage scientifique, que le vulgaire n'a aucun besoin d'apprendre, est aussi clair pour le savant que l'autre langage, et lui rappelle une foule de notions inconnues du vulgaire, de même que ce que le vulgaire appellera des cailloux sera pour le minéralogiste des pierres dont le nom, présent à son esprit, lui donnera la composition et les propriétés. Et surtout, je n'arrivais pas à comprendre que M. le Président reprochât aux chimistes leur langage, mais ne pensât pas à celui de ses collègues, les zoologistes, tout aussi arcané pour les non-initiés.

SUR LA FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

Je reviendrai sur cette question si importante de la fixation de l'azote atmosphérique, ou par voie directe, ou par voie indirecte, chaque fois que je trouverai quelque

travail intéressant à noter. Il faut signaler celui que publie le dernier numéro du *Journal de l'American chemical Society*, et qui est de MM. Ed. B. Worrhees et J. G. Lipman. Leurs recherches ont porté sur les cultures du pois à vaches, l'influence qu'exerce sur ses récoltes la richesse de la terre en azote et l'influence qu'une récolte de ce légumineux exerce à son tour sur des récoltes ultérieures.

Je donne ici les conclusions de cet important travail.

Considérations générales. — Rappelons que la fixation de l'azote atmosphérique par les plantes, c'est-à-dire la transformation de l'azote élément contenu dans l'air en combinaisons azotées par l'action de certaines bactéries, peut être symbiotique ou non. La symbiose caractérise la coexistence de deux formes distinctes de vie, avec bénéfices mutuels. La fixation de l'azote sur les légumineuses, par l'intermédiaire de bactéries qui causent des nodules sur les racines, est d'ordre symbiotique; pourtant quelques expérimentateurs considèrent la vie de ces bactéries comme un cas de parasitisme plutôt que de symbiose. Il est hors de doute que les bactéries, que l'on trouve dans les tubercules des légumineuses, rendent celles-ci aptes à utiliser l'azote de l'air; si les bactéries ne sont pas présentes, il n'y a plus ni formation de nodules, ni fixation d'azote. L'on croit que si ces bactéries vivent dans le sol même, et non plus dans les racines des légumineuses, elles peuvent encore fixer de l'azote mais en proportion restreinte, et la fixation de l'azote n'a plus, dans ce cas, le caractère symbiotique.

Il y a trois sortes de bactéries susceptibles de fixer l'azote atmosphérique; celles d'abord qui vivent dans les nodules des légumineuses, et deux autres sortes qui vivent dans le sol, le groupe des ferments butyriques, ferments anaérobiques, auquel appartient le *Clostridium pastorianum* de Winogradsky, et le groupe des azotobactéries, qui sont aérobies.

Les faits établis dans ces expériences auront probablement une importance pratique très grande, car ils montrent à l'évidence, et sans doute possible, que l'activité des bactéries vivant dans le sol s'exerce d'une façon très complexe, et peut être accompagnée tantôt d'un gain, tantôt d'une perte d'azote. Il y a gain d'azote dans les cas de fixation symbiotique sur le pois à vaches. Il n'est pas utile de rappeler ici les travaux si nombreux que cette question a suscités, depuis celui de Hellriegel et de Wilfarth; mais il faut remarquer qu'en général les applications ont été restreintes dans la pratique. Sans doute, les cultures de légumineuses fixatrices d'azote étaient déjà connues avant ce travail, et les cultures par rotation ont été développées à la suite. Mais il reste beaucoup à faire, et l'avenir semble promettre un développement considérable des cultures *virulentes* de bactéries de légumineuses et de leur emploi à inoculer le sol même. La fixation symbiotique de l'azote dans le sol n'est pas quantité invariable, même dans les mêmes conditions atmosphériques, car les bactéries des légumineuses, à l'instar de tous êtres vivants, sont affectées par les variations des conditions à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur de la plante, et leur pouvoir fixateur d'azote peut être grandement modifié lorsqu'elles quittent les nodules et émigrent dans le sol. Une fois dans le sol, elles peuvent se trouver en lutte, pour la vie et la nourriture, avec d'autres bactéries, et se trouver incapables de fixer une aussi grande proportion d'azote qu'auparavant. Mais il est intéressant de noter qu'elles conservent leur pouvoir fixateur même en dehors des nodules, ainsi que l'ont démontré Maze, dans les *Annales* de l'Institut Pasteur et Chester dans le *Bulletin* de la Station expérimentale d'agriculture du Delaware. On ne peut pas affirmer qu'il y a dans ce cas augmentation de la quantité d'azote qui existe dans le sol, mais comme après enlèvement de la récolte le sol avait gagné

1,27 d'azote, on ne peut pas exclure la possibilité de cette augmentation. Cependant, une fois notre réserve faite, il faut admettre que l'augmentation de ce fait est peu probable. En voici la raison : s'il y a eu gain d'azote dans les sols en 1903 et 1904, sur nos cultures de pois à vaches, le gain fut encore plus grand dans nos sols d'expériences sans pois, et par conséquent sans bactéries de légumineuses.

En ce qui concerne les bactéries capables de fixer l'azote atmosphérique par le seul fait de leur existence dans le sol, nous n'avons qu'à nous référer aux ouvrages sur la chimie végétale et agricole de Berthelot et aux mémoires de Winogradsky, Beyerinck, Gerloch et Vogel, Freudenreich, publiés dans les *Archives des Sciences biologiques*, et à celui de Lipman, publié dans les derniers rapports de la Station expérimentale de New-Jersey. Ces bactéries se retrouvent dans la plupart des terres arables, et elles doivent, sans aucun doute, posséder quelque fonction importante. En d'autres termes, puisqu'elles sont capables de vivre et de se développer là où le plus grand nombre des decaybacteria périssent, elles augmentent sans doute la quantité d'azote du sol. Le *Clostridium pastorianum* et les bactéries voisines jouent le rôle le plus important dans les sols compacts ; les azoto-bactéries dans les sols légers. En tous cas, il ne faut pas oublier que les bactéries qui peuvent fixer l'azote, qu'elles soient aérobies ou anaérobies, doivent avoir de la nourriture à leur disposition, et toutes disparaissent rapidement d'un sol sans matière organique. Donnez à ces bactéries du fumier, vous leur donnerez de la matière organique qui les nourrira et leur fournira une source d'énergie, rendra possible leur développement rapide et, en conséquence, une fixation intensive de l'azote atmosphérique.

Il ne faut pas oublier non plus que l'équilibre bactérien d'un sol peut virer dans un sens ou dans un autre, vers l'excès ou l'appauvrissement ; les études de Hiltner et Störmer, 1903, en donnent la meilleure preuve. Lorsque la quantité d'azote contenue dans un sol dépasse une limite, le nombre de decaybacteria s'accroît et dans leur lutte pour l'existence elles sont capables, grâce aux avantages de leur situation, de supprimer entièrement le groupe des azotobactéries qui croît plus lentement. Par conséquent, lorsque le sol reçoit une forte proportion de matière de légumineuse, les bactéries fixatrices d'azote n'arrivent pas à se développer aussi librement, et dans la somme algébrique des produits, l'azote gazeux qui s'élimine du sol est supérieur à celui qui s'y fixe. On voit évidemment que les meilleurs résultats de la fixation non symbiotique s'obtiendront dans des sols poreux, pourvus d'une quantité convenable d'humidité et renfermant une forte proportion de matière organique à faible proportion d'azote. Ce sont là les conditions les plus favorables au développement du groupe des azotobactéries.

Nous pouvons d'ailleurs espérer que nous saurons quelque jour mieux assurer la conservation de l'azote du sol, soit en inoculant des cultures vigoureuses de bactéries fixatrices d'azote symbiotiques ou non symbiotiques, soit en maintenant intelligemment la balance de l'azote du sol.

Quelles applications pratiques tirer de ce que nous savons ? Nos connaissances des conditions de la vie bactériologique dans les sols sont loin encore de réaliser l'inoculation de bactéries fixatrices d'azote non symbiotiques, de decaybacteria, ou de bactéries susceptibles de réaliser la nitrification. La seule direction dans laquelle l'inoculation du sol a été rendue plus ou moins pratique se fait à l'aide de cultures des bactéries de légumineuses. Ces inoculations ne peuvent s'appliquer qu'aux légumineuses, uniquement à elles. Nous pouvons par ce moyen amener la production de

nodules et de tubercules sur les racines de légumineuses, et conséquemment la fixation de l'azote par des plantes légumineuses dans des sols où les bactéries appropriées n'existent pas; mais il faut noter que dans la plupart des sols la faible récolte des légumineuses provient bien moins de l'absence de bactéries propres dans le sol, que des conditions défavorables du sol, telles que absence de chaux suffisante, absence d'humus, ou même absence d'air. Inoculer des cultures de bactéries dans des sols de ce genre, ce serait dépenser inutilement son travail et son argent, si l'on ne commence par améliorer l'état de la terre. Il faudra aussi que de quelque temps les cultivateurs se mettent en défiance contre les offres qu'on leur ferait de cultures de bactéries destinées à améliorer tout mauvais terrain. Que le cultivateur sache qu'il ne peut pas encore inoculer sa terre pour y récolter du blé, des pommes de terre ou des melons, et que s'il peut le faire avec avantage pour des fèves ou autres légumineuses, il doit avant tout bien étudier la question par lui-même.

SUR LA COMPOSITION DE L'AMIDON

Les travaux que la composition de l'amidon inspire depuis plusieurs années à plusieurs de nos savants chimistes, d'un côté MM. Maquenne et Roux, de l'autre, MM. Fernbach et Wolff, me semblent appelés à avoir, peut-être quelque jour, des résultats pratiques des plus importants dans toutes les industries qui traitent l'amidon. En ce qui concerne le point particulier de la rétrogradation de l'empois d'amidon, M. Lucien Lévy nous a donné dans un numéro récent du *Bulletin* de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie, une revue d'ensemble des travaux récents qui me dispense de faire le même exposé. Je noterai seulement ici que c'est M. L. Lindet qui semble avoir été le premier à signaler un phénomène de rétrogradation, dans le rassissement du pain; voir Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1902, tome I.

MM. L. Maquenne et E. Roux viennent de faire à l'Académie des Sciences une nouvelle communication fort intéressante, dont je donne ici les conclusions textuelles.

L'amidon naturel est un mélange de deux substances essentiellement différentes.

La plus abondante, en partie soluble à 100°, intégralement soluble dans l'eau surchauffée, sans jamais fournir d'empois, est identique à la matière déjà connue sous le nom d'*amylocellulose*. A l'état dissous, elle bleuit par l'iode, elle se transforme entièrement en maltose sous l'action du malt à basse température. A l'état solide, elle résiste sans altération ni changement de couleur à ces deux réactifs.

La seconde est un corps mucilagineux que nous proposons d'appeler *amylopectine*; elle ne se colore pas par l'iode, même à l'état liquide, et se dissout dans l'extrait de malt sans donner de sucre réducteur. C'est à cause de sa présence dans l'amidon naturel que celui-ci se gélatinise sous l'action de l'eau bouillante ou des alcalis.

L'amidon artificiel ne diffère de l'amidon naturel que par l'absence d'*amylopectine*.

L'*amylocellulose* peut subsister indifféremment, entre certaines limites de température et en présence d'un excès d'eau, sous la forme solide et sous la forme liquide. On peut passer de l'une à l'autre en chauffant le produit solide avec de l'eau sous pression ou en refroidissant ses dissolutions concentrées; c'est ce dernier changement d'état qui constitue la rétrogradation.

L'*amylopectine* est capable de retarder la rétrogradation de l'*amylocellulose*, aussi

bien dans le grain d'amidon naturel que dans les empois. Inversement, toute influence tendant à dissoudre l'amylopectine favorise la rétrogradation, c'est-à-dire la précipitation de l'amylocellulose.

L'action des diastases liquéfiantes sur l'empois d'amidon ne porte que sur l'un de ses composants, l'amylopectine; elle doit donc être nettement séparée de celle des diastases saccharifiantes, qui s'exerce uniquement sur l'amylocellulose.

EMPLOI COMME COMBUSTIBLE DU CHARBON PULVÉRISÉ, par *Eustache Carey* (1).

La visite, dit M. Eustache Carey, que j'ai faite récemment de l'installation que le Schwartzkopf Coal-Dust Firing Syndicate a réalisée à Haydock, m'a permis de constater à quel point l'emploi du charbon pulvérisé dans le chauffage est arrivé à un stade satisfaisant.

Étant donné du charbon finement pulvérisé, il doit être possible, en réglant l'arrivée de l'air, de brûler ce charbon de manière à obtenir un rendement de chaleur maximum et le minimum de fumée. Jusqu'ici le prix de revient de la pulvérisation du charbon avait été la grande difficulté; j'ai longtemps pensé qu'il serait difficile de l'abaisser au-dessous de 1 shilling la tonne. Aujourd'hui, on pulvérise le charbon à un degré suffisant avec moitié moins de frais, c'est-à-dire à six pence la tonne, intérêt et amortissement compris.

Je trouve, en me rapportant au traité de William M. Barr sur la combustion du charbon, qu'en 1876, le gouvernement américain fit faire toute une série d'essais dans le but de se rendre compte de la valeur du procédé Whelpley et Storer. Ces essais eurent lieu sur une chaudière de petite capacité; son diamètre était 1^m,30 et sa longueur 3 mètres. Ils ne donnèrent aucun avantage sur le charbon en morceaux. La température des gaz de la combustion était la même quasiment, 389° pour le charbon pulvérisé et 383° pour le charbon en morceaux... Le rapport du gouvernement américain constate d'ailleurs que l'une des causes de l'échec pouvait se trouver dans le fait que la disposition ne permettait pas une combustion suffisante du charbon pulvérisé.

Le Traité de Barr, publié en 1879, mentionne également, mais sans donner de date, des essais dus à Stephenson. Les résultats furent négatifs en ce qui concerne la combustion, mais les essais montrèrent que le charbon pulvérisé pouvait être brûlé avec la quantité d'air exactement requise pour la combustion, et sans qu'il se produise de fumée. Tous les essais relatés dans l'intéressant ouvrage de Barr sont de courte durée, deux, quatre ou cinq heures, c'est-à-dire d'une durée trop courte pour donner la connaissance exacte de la réalité.

L'ouvrage de Brian Donkin sur le rendement calorifique des chaudières à vapeur, de 1898, décrit des essais de Crampton, réalisés entre 1868 et 1873, dans le but bien défini d'arriver à supprimer la fumée. Il parle aussi de l'appareil Wegener; et on trouvera le détail d'essais faits avec cet appareil dans l'*Engineer* de mai 1896.

Il faut citer un travail de G. O. Bartlett lu à la réunion de mai 1903 du Civil Engineers' Club de Cleveland, et publié dans le *Journal of the Association of engineering Societies*. Pour réussir à brûler du charbon pulvérisé, il faut trois choses : une répartition bien égale de l'humidité, une grande régularité dans la grosseur des grains, un

(1) *Journal of the Society of chemical Industry*, 1903, p. 369.

réglage approprié des arrivées d'air pour assurer une combustion parfaite. La proportion de l'humidité que contient le charbon est très variable; pour faire des essais comparatifs, il faut une humidité constante et un calibrage constant des grains de la poussière, et pour cela il le passe au tamis de 80 mailles; la proportion d'air nécessaire lui semble être de huit mètres cubes d'air par kilogr. de charbon. Ces trois conditions réalisées avec soin, on ne doit pas avoir de fumée noire, fort peu de cendres, et une économie qui atteint les 40 p. 100. Il estime le prix du séchage à 12 cents la tonne si l'on sèche un minimum de 40 tonnes par jour. Il estime à 10 cents le prix du pulvérisage, et au même taux celui des autres frais..., d'où le prix total d'environ 42 cents la tonne, pour une production de 40 tonnes, et de 1 fr. 25 pour une production de 1 tonne.

G. K. Stephenson de Valparaiso a combiné un appareil pour brûler le charbon pulvérisé, qui obvierait à plusieurs des inconvénients de l'appareil Whelpley et Storer. Le charbon n'y est pas réduit en poudre impalpable; l'alimentation en charbon et celle en air sont séparées l'une de l'autre. La caractéristique de l'appareil Stephenson est un retour en terre réfractaire placé au centre du fourneau et percé de nombreux trous. Dans un essai fait par M. Barker de Birmingham, il y eut 8,31 kilogr. d'eau évaporée par kilogr. de charbon; dans un essai comparatif sur la même chaudière chauffée à la main, il n'y eut plus que 6.50 kilogr....

Il semble donc que la preuve est bien faite qu'en employant le charbon pulvérisé, on obtient une plus forte quantité de vapeur. La question, depuis pas mal d'années, ne consiste pas à établir ce point, mais à produire le charbon pulvérisé à un prix abordable. C'est là le problème à résoudre. L'appareil de R. Schwartzkopf, employé à Haydock depuis plusieurs années pour sécher et pulvériser le charbon, consiste en un sécheur et en un brûleur. Le sécheur est un simple cylindre rotatif, divisé en plusieurs compartiments, avec bras et plaques, et faisant six tours à la minute. Le charbon est amené successivement, par la rotation, dans chacun de ces compartiments, et il y perd une partie de 4 à 6 p. 100 de son humidité, en même temps qu'il s'y désagrège. La température dans ce sécheur est d'environ 50°. (Le brûleur a déjà été décrit dans notre *Bulletin* (1896, p. 793) en même temps que l'appareil C. Wegener et celui de Friedeberg; il fait d'ailleurs l'objet d'une note complémentaire, dans le présent numéro, si je ne me trompe pas.)

Dans les ateliers de fabrication de fils de Richard Johnson et Neveu, à Manchester, l'appareil fonctionne pour alimenter les fours à recuire, et ces messieurs en parlent avec grand éloge; l'économie réalisée est très grande, au dire du directeur, M. Turnbull. La visite de M. E. Carey date du 23 février 1905.

A Haydock, voici le décompte des prix; pour 500 tonnes de charbon par semaine, servant au chauffage d'une chaudière Stirling de 500 chevaux-vapeur. Le travail n'est que de jour. Le capital employé est de 69 250 francs pour deux moteurs électriques de 30 chevaux (10 500 francs), un sécheur (20 000 francs), deux moulins de Clarke (25 000 francs), bâtiments (6 250 francs), transmissions et convoyeurs (7 500 fr.). Dix pour cent d'amortissement (6 925 francs), cinq pour cent d'intérêt (3 400 francs), réserve (1 250 francs), salaires de deux ouvriers (3 125 francs), donnent un total de 14 500 francs. Comme la consommation annuelle du charbon est de 29 000 tonnes, le prix du séchage et de la pulvérisation revient à 0 fr. 55 la tonne.

En ce qui concerne le brûleur, il faut compter 12 brûleurs (18 000 francs), transmission et transports (6 250 francs), moteur électrique de 12 chevaux (1 500 francs),

fours (30 000 francs); le total est de 55 750 francs. Dix pour cent d'amortissement, cinq pour cent d'intérêt, huile et réserve (2 500 francs), salaire d'un ouvrier (1 562 fr.), donnent un total de 11 175 francs. Soit 0 fr. 43 par tonne. Et au total 0 fr. 98 par tonne, pour le prix du séchage, de la pulvérisation et de la combustion, non compris les forces motrices.

Tel est l'extrait, dans ses parties essentielles, du mémoire de M. E. Carey. Il m'a paru intéressant de le donner pour voir ce qu'on pense à l'étranger de la question et joindre ce document à la liste déjà nombreuse de ceux qu'ont produits nos ingénieurs français.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE TANTALE, ET GISEMENTS DU TANTALE EN FRANCE

On m'a demandé d'indiquer dans ces notes de chimie quels ont été les principaux mémoires, publiés sur l'application du tantale aux lampes à incandescence.

M. von Bolton, chimiste de la maison Siemens et Halske, et M. Feuerlein, ingénieur de la même maison, ont exposé les études poursuivies depuis plusieurs années par eux, à la séance du 17 janvier 1905 de l'Electrotechnischen Verein de Berlin, et leurs communications ont été publiées par l'Elektrotechnische Zeitschrift du 26 janvier (1). M. Banville a donné à la Société internationale des Électriciens, dans sa séance de mai, une communication sur les lampes à incandescence où il étudie particulièrement celle au tantale (2). Enfin M. Bolton a aussi exposé ses recherches dans la Zeitschrift für Elektrochemie du 20 janvier.

Le succès de la lampe au tantale doit attirer l'attention sur les sources de ce précieux et rare métal. En France, elles ne sont pas nombreuses. Voici d'après l'ouvrage récent de Schilling les gîtes ou les minéraux qui le renferment. Il faudrait ajouter quelques autres, entre autres celui de Beauvoir que la maison Siemens et Halske aurait acquis.

Tantalite. — Se rencontre à Chanteloube près Limoges. Elle renferme 82,98 p. 100 de tantale, avec du fer, de l'étain, du manganèse et de la silice, d'après l'analyse de Damour (Comptes rendus, t. 25, p. 670). D'autres échantillons de même provenance contenaient 78,98 p. 100 de tantale, avec zirconium, étain, fer, manganèse, d'après l'analyse de Jenzsch (*Poggendorfer Annalen*, t. 97, page 107), et 79,89 p. 100 de tantale, avec étain, fer, manganèse, calcium et cuivre, d'après Chaudler et Rose (*Poggendorfer Annalen*, t. 104, p. 100).

Ocre de tungstène. — Se rencontre à Meymac, dans la Corrèze, il renferme de 1,1 à 5,0 p. 100 de tantale, d'après l'analyse de Carnot (Comptes rendus, t. 79, p. 637).

Néotantalite. — Se rencontre dans les mines de zinc, de kaolin, de Colettes et Échassières, dans l'Allier, elle renferme de 22 à 23,1 p. 100 de niobium et de 57,7 à 60,58 de tantale, avec fer, manganèse, étain, potassium, sodium, lithium, silicium, aluminium, calcium, magnésium, uranium, d'après les analyses de Pisani et Ternier (*Zeitschrift für Krist. Min.*, t. 39, p. 183 (1904). *Bull. Soc. franç.*, t. 25, p. 34-38).

(1) On en trouvera l'exposé résumé dans les revues suivantes de notre Bibliothèque : *Revue électrique* du 30 janvier, *Zeitschrift für Elektrotechnik* du 29 janvier, *Eclairage électrique* du 18 février.

(2) On la trouvera *in extenso* dans le *Bulletin* de mai de la Société des Électriciens.

LUMIÈRE RÉFLÉCHIE PAR LES PAPIERS PEINTS

La détermination de la quantité de lumière que les papiers de tentures peuvent réfléchir possède un grand intérêt pratique. Mais les conditions de surface de ces papiers sont tellement variables qu'il est difficile d'obtenir des résultats comparables. Cependant nous devons signaler les recherches faites sur une série de papiers peints du commerce, par *H. D. Minchin*. Son travail se trouve dans le dernier numéro de l'*American journal of science* ; il a été fait au laboratoire de physique de l'Université de Michigan.

L'auteur s'en réfère d'abord aux recherches sur la réflexion des métaux de Hagen et Rubens, Langley, Nichols, Jamin, Guincke, Drude ; à celles sur la réflexion par des surfaces mates de Wright, Walcott et Walker. En tant que recherches sur la réflexion de la lumière par des papiers peints, je ne connais, dit-il, que ce qu'en ont écrit Abney, dans les *Proceedings* de la Royal Society of London, 1900) Abney et Festing, dans les *Philosophical Transactions*, 1882 ; enfin Kononowitsch, dans les *Wiedmann's Annalen*, 1897.

L'appareil dont il s'est servi est le spectrophotomètre de Brace à deux collimateurs ; la source de lumière lui était fournie par deux lampes à incandescence de 220 volts et 16 bougies. Sans entrer dans le détail opératoire nous nous bornerons à donner ici quelques-uns des résultats.

Les papiers peints soumis aux essais étaient des papiers rouges, jaunes, verts, bleus et violets. L'intensité de la lumière réfléchie par un papier rouge était très faible. Les papiers verts réfléchissent tous les rayons colorés dans un rapport très grand. Un papier vert foncé réfléchit également la lumière rouge et la lumière verte ; un papier vert clair réfléchit moins les rayons rouges, mais également les rayons verts et bleus. Un papier bleu foncé réfléchit deux fois et demie mieux la lumière rouge que la lumière bleue ; il ne réfléchit les autres rayons qu'en très faible quantité. Un papier bleu clair réfléchit tous les rayons.

Seuls, les papiers vert foncé et bleu clair réfléchissent bien tous les rayons. Puis viennent le vert clair et le vert moyen ; mais le dernier réfléchit fort peu les rayons violets.

C'est la lumière réfléchie par les papiers verts foncés et bleus clairs qui se rapproche davantage de la lumière blanche. Dans les meilleures conditions, le rapport de la lumière réfléchie à la lumière incidente ne fut que 2 à 100.

SUR L'EXTRACTION DU TANNIN DES SUBSTANCES TANNIFÈRES

MM. J. Gordon Parker et H. R. Procter ont donné, à la Society of chemical industry, en 1895 et en 1898, une série de travaux des plus utiles pour le praticien sur les meilleures conditions de température à réaliser pour effectuer l'extraction des substances tannifères. En voici l'indication d'après le volume n° 53, publié récemment, de mon Encyclopédie universelle des Industries tinctoriales.

Myrabolans. — La teinture la plus convenable, en ce qui regarde le tannin et la couleur est de 60° à 70°.

Valonée de Smyrne. — La teinture la meilleure pour l'extraction semble 50° à 60° : au-dessus la couleur croît et le tannin diminue.

Valonée grecque. — La meilleure teinture est de 60° à 70°.

Mimosa du Natal. — La meilleure teinture pour le tannin est 70° à 80°; mais si la couleur est en jeu, il faut rester en dessous de 40°.

Sumac. — Le rendement maximum en tannin est à 50° à 60°; Seymour, Jones et Palmer avaient trouvé 30° à 40° et J. T. Wood a confirmé.

Bois de quebracho. — Même pour cette matière, où la chaleur est nécessaire à une bonne extraction, le rendement maximum en tannin s'obtient en dessous de 100°.

Écorce de mangrove. — Le rendement maximum en tannin s'obtient à 60°; au delà, il reste constant, mais la couleur croît irrégulièrement jusqu'à 100°.

Écorce de mélèze. — Il est bon, dans l'extraction, de ne jamais dépasser la température de 70°.

Dividivi. — Donnent à froid 85 p. 100 du tannin utile; et le maximum entre 50° et 60°.

Algarobilla. — Donne, en-dessous de 30°, moins que les 40 p. 100 de sa matière colorante mais tout son tannin. C'est une heureuse circonstance pour la pratique. Si la température croît, il y a diminution du tannin et augmentation des non-tannins.

Valonée de Smyrne. — A donné 90,5 p. 100 de son tannin utile et 31,6 p. 100 de sa matière colorante à froid. Il sera bon de ne pas dépasser 80°.

Racine de canaigre. — La racine de trois ans est bien plus riche en tannin que celle de deux ans. Les racines les plus vieilles renferment proportionnellement moins de matière colorante que les plus jeunes. Le maximum de tannin est extrait en dessous de 60°. Celle-ci doit toujours avoir lieu en dessous de 55°.

Gambier. — L'extraction nécessite donc de chauffer au moins à 98°, à cette température, il y a 90 p. 100 du tannin et 80 p. 100 de la couleur extraite. Les industriels qui font l'extraction à froid perdent 25 p. 100 du tannin utile; ils gagnent en couleur, mais ce gain ne compense pas la perte de tannin.

Écorce de pin. — Entre 80° et 90°, il y a 99,9 du tannin extrait et 50 p. 100 de la couleur.

Extrait de quebracho. — La température d'extraction ne doit pas dépasser 90°.

Bois de chêne. — L'extraction à froid donne 42 p. 100 du tannin; à 99° donne 97,6 p. 100; et celle au bouillon la totalité. Mais il est préférable de rester en dessous du bouillon, pour éviter d'élever la proportion de matière colorante.

Extrait de chêne, de châtaignier et de hemlock. — Tous les résultats obtenus tendent à démontrer l'existence de plusieurs tannins pour chaque matière tannifère; en faisant des extractions prolongées d'abord à froid, puis à température plus élevée, on peut espérer isoler différents acides tanniques.

M. F. P. Veitch du laboratoire du cuir et du papier au département de l'agriculture des États-Unis, dirigé d'une façon si remarquable par M. H. Wiley, vient de communiquer à l'*American chemical Society Journal*, juin 1905, le résultat de ses recherches sur l'appareil d'extraction qui lui paraît le meilleur pour le travail des laboratoires. Il faut tenir compte avant tout de ce qu'une température trop élevée expose une partie du tannin à s'oxyder et convient mal à un certain nombre de substances tannifères. Deux appareils sont surtout utilisés : celui de Koch, ou une modification comme celle de Procter, et celui de Soxhlet modifié par Weiss et adopté par la Station d'essais de Vienne. L'International Association of leather trade's Chemists a adopté celui de Procter. En Amérique, celui de Weiss est usité dans presque tous les laboratoires spéciaux. M. Veitch propose un nouvel appareil qui n'est que l'appareil à tube latéral de Zalkowsky, et donne les résultats comparatifs obtenus avec ces trois appareils. Il y a

des variations très grandes. M. Veitch les explique par la quantité trop faible d'eau dont on se sert généralement. Procter et Parker, dans le travail résumé plus haut, se sont bornés à prendre 1 litre d'eau; les ouvrages donneraient à croire qu'on peut assurer une extraction complète avec 2 litres d'eau. M. Veitch a trouvé, au contraire, qu'il pouvait encore extraire de grandes quantités de tannin, après une extraction faite avec 3 ou 4 litres d'eau pendant huit à douze heures.

HUILES POUR ENSIMAGE DES LAINES

Voici les conclusions du mémoire récent de *MM. F. W. Richardson et A. Jaffé*, présenté en mars à l'Yorkshire, section de la Society of chemical Industry. Il ne suffit pas, pour avoir une idée adéquate de la convenance d'une huile d'olive à l'ensimage, de connaître la proportion d'acide oléique pur qu'elle renferme. Le facteur acide oléique a une bien moindre importance pour cette appropriation particulière que la portion neutre de l'huile. Les commerçants expérimentés ont bien raison de prétendre que la valeur d'une huile dépend de l'ensemble de ses caractères, et que le facteur origine a une bien autre importance que le facteur acide oléique. Pour apprécier si une huile d'olive donnera un vernis à la laine, on n'a qu'à l'oxyder en couches minces à 300° et à déterminer sa viscosité par rapport à un échantillon type. La couleur, l'odeur, le goût sont des facteurs à ne pas dédaigner.

LES PEINTURES A L'HUILE DU MÉTROPOLITAIN DE NEW-YORK

Le *Journal of the Franklin Institute* nous a donné l'an dernier un travail particulièrement intéressant de *M. Robert Job*, chimiste de la Philadelphia and reading railway Cy, sur la durée des peintures. On savait que cette durée est liée à l'état de division du pigment coloré dans la peinture: M. R. Job a éclairé ce point d'une nouvelle lumière en prenant de ses essais comparatifs des microphotographies qui sont tout à fait concluantes.

La présence d'espaces huileux et clairs dans ces microphotographies, dit l'auteur, est due à ce que les particules des pigments étaient trop grosses dans la peinture pour être supportées par la pellicule huileuse, et elles se sont séparées. Il s'ensuit une plus grande facilité offerte à l'eau et aux autres agents producteurs de rouille. C'est le même résultat que si le pigment était en quantité trop faible dans la peinture; en conséquence, les agents de la rouille trouvent un accès relativement aisé jusqu'au métal.

La même observation doit s'entendre des matériaux de remplissage dont on se sert dans les peintures; pourvu qu'ils soient inertes et bien divisés, leur composition semble moins importer.

C'est encore des États-Unis, de la New-York Section de la Society of chemical Industry, si féconde en travaux intéressants, que nous vient le suivant. Il est dû à *M. Maximilian Toch*, et a pour objet l'examen de la façon dont se sont comportés les aciers, au métropolitain de New-York, sous la couche de peinture qui les recouvrait. La peinture était une peinture à l'huile d'olive et au minium, à 33 kilos de minium pour 10 kilos d'huile. Au bout de deux ans et trois mois, après l'application de la peinture, on a constaté des fissures, et en introduisant une lame de canif, on pouvait détacher de larges écailles de peinture, toutes avec une lamelle de rouille plus ou

moins épaisse. Cette rouille offrait des couches brun clair, dont la composition a été trouvée $\text{Fe}^2\text{O}^3 + 2\text{H}^2\text{O}$, et des couches brun noir dont la composition était $\text{Fe}^3\text{O}^4 + \text{H}^2\text{O}$. La proportion du fer variait entre 55,6 et 64,9 p. 100, et celle de l'eau entre 5,87 et 6,8 p. 100. L'examen microphotographique avait montré que le minium était en grains relativement gros, avec des bulles d'air pour ainsi dire enkystées, en sorte que la peinture dans ce cas était une cause de rouille au lieu de la combattre.

Dans un mémoire, ajoute M. Toch, que j'ai présenté en 1903 à l'American chemical Society, j'exprimai l'opinion qu'une pellicule séchée d'huile de lin n'est pas poreuse, exception faite pour les bulles d'air qui ont pu être enrobées, et qu'une pellicule séchée d'huile de lin exposée à l'humidité forme avec elle une solution mi-solide; l'humidité gagnant à travers l'huile la surface du métal. L'acide carbonique de l'air du tunnel est suffisant pour causer, avec cette humidité, la rouille du métal à travers une peinture qui n'est pas à l'abri de l'humidité et du gaz. Le docteur Lewkowitsch a démontré que les huiles d'olive s'hydrolysent en huit heures d'une façon notable, si elles se trouvent exposées à l'action de la vapeur. Une pellicule d'huile de lin et de l'eau peuvent se combiner pour former une solution mi-solide, analogue en quelques égards à du savon, d'autant plus aisément qu'un grand nombre de peintures renferment de la chaux, des oxydes de fer et de plomb, bases qui aident cette saponification.

Les observations faites au Métropolitain de New-York nous apprennent donc un fait aussi important pour les chimistes que pour les ingénieurs; c'est le suivant. Aux endroits où il y a tension de vapeur, condensation, humidité anormale, une peinture à l'huile de lin est en principe inutile. Pour protéger d'une façon absolue les fers et les aciers dans les travaux souterrains, il faut une peinture qui ne puisse pas s'hydrolyser.

L'eau de la mer, un grand nombre de sels, le chlorure d'ammonium en particulier, produisent la même oxydation progressive que l'acide carbonique de l'air. A la jetée en acier d'Atlantic City, M. Toch a enlevé avec un simple grattoir des écailles qui avaient jusqu'à 6 à 8 millimètres. La jetée doit en principe finir par disparaître.

VARIÉTÉS : Sur l'aldéhyde formique. Sur les applications des essences. Sur la solubilité du sulfate de chaux. Sur les phosphates de chaux dans l'élevage. Le perborate de soude. Les successeurs de M. de Luynes au Conservatoire des Arts et Métiers.

Les applications de l'aldéhyde formique se multiplient de la façon la plus étendue. En attendant l'occasion de les exposer ici dans un tableau spécial, je signalerai l'étude faite par R. H. Williams de la Columbia University, des quatre méthodes principales de sa détermination; la méthode nouvelle proposée par Fr. Bonnet, de Worcester polytechnic Institute, basée sur les réactions colorées que l'aldéhyde formique donne avec la morphine (American chemical Society, Journal, may 1905); et celle de G. B. Frankforter et Rodney West, basée sur la mise en liberté d'hydrogène par action des peroxydes.

La solubilité du sulfate de plomb dans les solutions concentrées d'acétate d'ammonium y a été étudiée par A. A. Noyes et W. H. Whitcomb, du Massachusetts Institute of technology, ils l'attribuent à la formation d'un acétate de plomb ionisé par métathèse.

Je signalerai aussi dans le *Bulletin* de Schimmel une étude très intéressante, au point de vue des applications, des essences, et de leurs qualités connues de parfums, stomachiques, diurétiques, antiseptiques, antiparasitaires, sédatifs, etc. On en trouvera un résumé dans le dernier numéro du *Moniteur Scientifique* du docteur Quesneville.

M. Grandeau a donné dans les derniers numéros du *Journal d'Agriculture pratique* une série d'études des plus instructives sur les applications des phosphates de chaux dans l'alimentation du bétail.

Enfin, je signale l'étude de M. G. Jaubert sur ses perborates comme source de peroxyde d'hydrogène.

La nomination des successeurs de M. Victor de Luynes, à la chaire qu'il a occupée pendant de si nombreuses années au Conservatoire des Arts et Métiers, a fait un nouveau pas. L'Académie des Sciences, dans sa séance du 5 juin, a procédé à la formation de la liste de candidats qu'elle propose au choix de M. le ministre du Commerce et de l'Industrie.

On sait que la chaire de M. de Luynes a été scindée en deux. Pour la chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie, l'Académie propose en première ligne M. Verneuil, en deuxième ligne M. Damour, en troisième ligne M. Granger. Pour la chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt, en première ligne M. Rosenstiehl, en deuxième M. Prudhomme, en troisième M. Lemoult. Je m'étais fait, dans mes notes de janvier, le porte-parole des industriels en souhaitant avec eux que les élus fussent tout ensemble les meilleurs pour donner chaque hiver au public, aux cours du soir, des leçons attrayantes et utiles, et les meilleurs pour donner toute l'année au monde industriel les conseils d'une science reconnue. Un grand nombre de candidats de haute valeur ont pris part à cette lutte ; ceux qui ne seront pas élus par le Ministre auront le droit de se consoler en se disant que pour couronner dignement toutes les capacités en jeu il eût fallu créer plusieurs nouvelles chaires.

NOTES DE MÉCANIQUE

ACTION DE L'HUILE SUR LES FOYERS DES CHAUDIÈRES, d'après *M. D.-B. Morison* (1).

La résistance des foyers n'est qu'indiquée par les épreuves de compression à l'eau froide; en pratique, ces foyers, qui, d'après ces épreuves, pourraient supporter facilement des pressions cinq à six fois plus élevées que celles de leurs chaudières, cèdent à la suite de surchauffes ou de coups de feu. En outre, les foyers ne sont jamais,

Fig. 1.

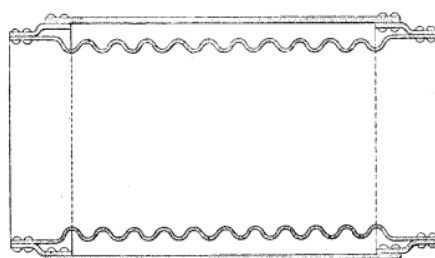


Fig. 7.



Fig. 8.

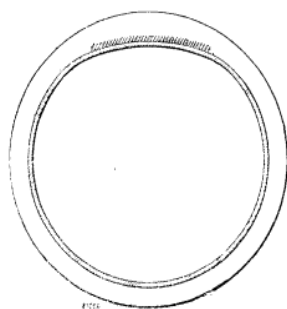


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

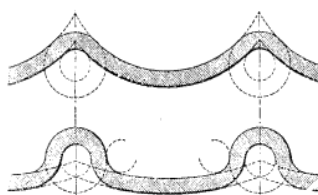


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 1 à 10.

comme le suppose la théorie, parfaitement cylindriques; pour remédier à cette déformation, on a armé les foyers de différentes manières, comme l'indiquent les figures 1 à 10, de sorte qu'une partie de leur tôle chargée, comme en fig. 7, de dépôts et surchauffée en conséquence, fléchit comme un solide ferrement maintenu longitudinalement entre les nervures et moins latéralement.

On a bientôt remplacé les brides des figures 2 et 3 par des ondulations venues au

(1) *North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders*, 14 avril 1905. *Engineering*, 5 mai 1905.

laminoir et pouvant être très rapprochées. Dans le type de Purves (fig. 4), la surépaisseur du métal, en ces ondulations, occasionnait des efforts par dilatations inégales qui déterminaient des ruptures circulaires. Dans le type de Fox, les parties planocylindriques sont entièrement supprimées, de manière à donner aux tubes un grand moment d'inertie, sans surépaisseurs; mais ces foyers s'affaiblissent souvent par la permanence de dépôt dans leurs creux, occasionnant des surchauffes. En outre, le recouvrement intérieur de ces ondulations diminue l'activité de la surface de chauffe des ondulations extérieures ou saillantes, remplies de gaz plus ou moins stagnants.

Ces défauts sont évités dans le type dit à « suspension » (fig. 6) avec des creux beaucoup plus larges que les saillies, qui supporte beaucoup mieux les accumulations de dépôts, et l'expérience ne tarda pas à démontrer la supériorité de la forme fig. 10 sur celle de la figure 9, comme donnant aux saillies une rigidité beaucoup plus grande, tout en augmentant leur élasticité longitudinale, toujours sans surépaisseurs du métal. Ces ondulations sont obtenues à l'aide d'ingénieux laminoirs de MM. Gearing et Rainforth (1).

Une simple couche très mince d'huile minérale suffit pour faire s'élever à 350° la température d'une tôle de foyer, et il s'accumule très souvent de cette huile dans les dépôts; elle provient, en général, d'un excédent d'huile de graissage aux cylindres, principalement quand cet excès est rendu nécessaire par la mauvaise qualité des huiles, et aussi des huiles renvoyées par les machines auxiliaires, qui en usent d'une façon inconsidérée; il faut séparer la vapeur de ces machines de son huile entraînée par l'emploi de séparateurs en avant des condenseurs. On peut employer, à cet effet, des condenseurs séparateurs, réunis en un seul appareil compact, et condensant à la pression atmosphérique, pour les petites machines de cabestans, etc., très simples, sans pompes à air et fournissant de l'eau d'alimentation très chaude.

On peut d'ailleurs, avec des garnitures de piston bien établies et des stuffing boxes métalliques, réduire à très peu le graissage des cylindres. Mais il faut, en tout cas, employer une huile qui ne se vaporise pas à la température de la vapeur, ne contienne pas d'acide, et soit assez visqueuse pour s'attacher aux parois des cylindres; les huiles minérales chères et d'excellente qualité présentent seules ces qualités. Les huiles inférieures forment avec la vapeur condensée des émulsions que l'on ne peut séparer par filtrage, et qui passent aux chaudières.

FOYER DE CHAUDIÈRE AU CHARBON PULVÉRISÉ SCHWARTZKOPF (2)

Les figures 1 et 2 représentent une installation de ce système bien connu, faite récemment à Illycock, en Angleterre, après de nombreux essais et perfectionnements apportés aux anciens appareils allemands. Cette installation est destinée à fabriquer sept tonnes de poussière de charbon par heure à l'aide d'appareils commandés par une machine dont la vapeur est fournie par un foyer à charbon pulvérisé.

Le séchage du charbon, avant sa pulvérisation en farine, opération essentielle au succès, se fait dans un grand tambour A de 8^m,13 × 1^m,22 de diamètre (fig. 3), divisé en quatre compartiments longitudinaux B par des tôles d'acier continues O, d'une seule longueur, de manière à diminuer les rivetages. Ce tambour est chauffé par les flammes

(1) Brevets anglais 13587 et 21085 de 1901, 8603 et 8603A de 1903.

(2) *The Engineer*, 19 mai, p. 562.

d'un four à charbon pulvérisé et en briques réfractaires L; ces flammes, déviées par le déflecteur N, passent autour et entre les compartiments de tambour et, de là, par P, à la cheminée. Le charbon, amené en C dans la trémie F, passe, de là, par un plan incliné, au tambour, qu'il traverse, entraîné par sa pente et secoué par les fers D des compartiments B, du tambour; le combustible sec est transporté au broyeur par un

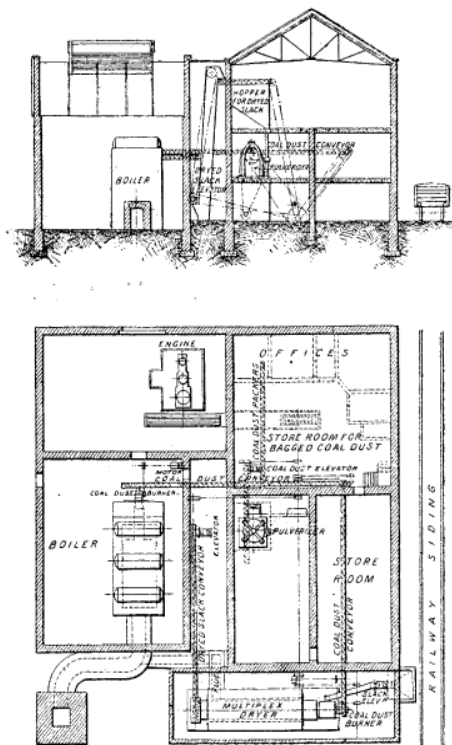


Fig. 1 et 2. — Fabrique de charbon pulvérisé Schwartzkopf. Ensemble de l'installation de Haycock.

conveyeur à godets S. Pendant son passage au travers du sécheur, le charbon est ventilé par un courant d'air chaud, qu'un ventilateur E aspire au travers de carnaux de la maçonnerie du four; ce courant d'air enlève la vapeur d'eau produite dans le sécheur, et le ventilateur le refoule dans la chambre G, avec les déflecteurs H, qui précipitent la poussière de charbon entraînée. Un transbordeur K envoie ces poussières rejoindre le charbon séché. Du broyeur, le charbon pulvérisé est convoyé à un ensacheur; une partie de ce charbon est distribué par convoyeurs au brûleur du four sécheur et au foyer de la chaudière expérimentale (fig. 9).

Ce foyer, perfectionné par M. Wilson, ingénieur du Coal Dust Fring Syndicate, de Haydock, se compose d'une trémie 1 (fig. 6 et 7), fermée par un fond mobile 2, dont l'axe 3 est commandé par un bras 5, qui lui imprime un mouvement oscillant d'ouverture et de fermeture alternées. Un agitateur 6 empêche la poussière de charbon de

s'agglomérer avant d'arriver au fond 2, qui l'amène sur la brosse 7, dont l'arbre 8, commandé par une poulie 9, actionne l'agitateur 9 par la transmission à poulies et la

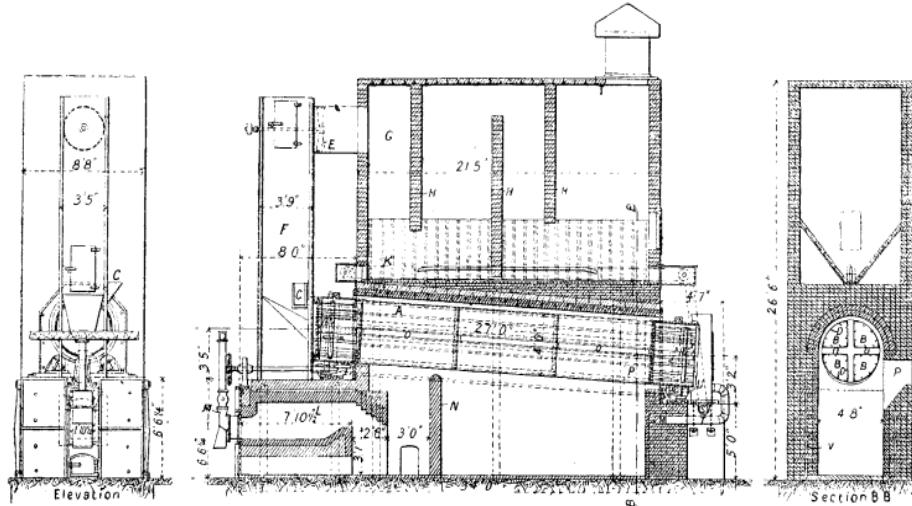


Fig. 3, 4 et 5. — Sécheur de charbon pulvérisé.

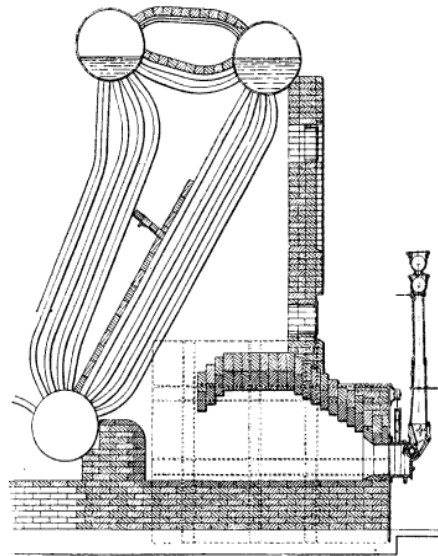


Fig. 6. — Foyer à charbon pulvérisé.

courroie 11, 12, 13. Ce même arbre commande, par l'excentrique 14 et sa bielle 15, le levier 16, pivoté en 24, avec coulisse 17, dont le coulisseau, qui attaque par 19 le bras 5

de 3, a sa position dans la coulisse, et, par conséquent, l'amplitude de l'oscillation de 3, réglée par la vis 28 et son secteur 22-23 articulé en 21 sur 18. On peut ainsi régler à volonté les ouvertures du fond 2 de la trémie très exactement et sur une échelle étendue, permettant de proportionner le débit du charbon à la puissance exigée de la chaudière. La brosse 7 envoie le charbon pulvérisé sur la grille dans le tourbillon de son injection d'air, comme dans les types bien connus de Schwartzkopf (1).

Une installation de ce genre, produisant sept tonnes de poussière de charbon par

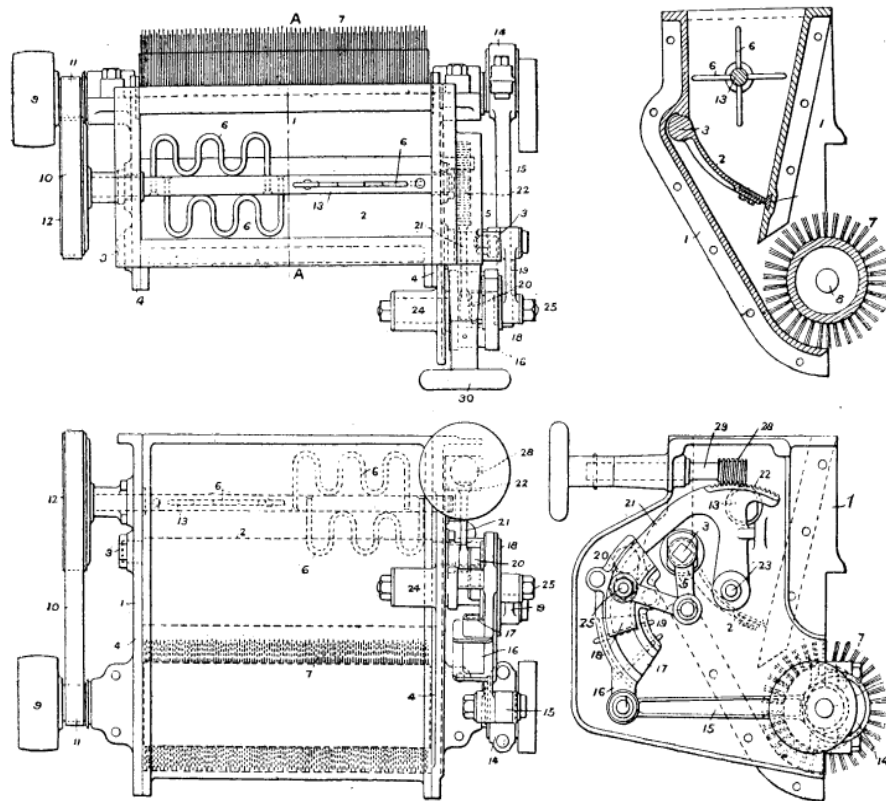


Fig. 7 à 10. — Alimentateur de charbon pulvérisé Schwartzkopf.

jour, exigerait, au sécheur, une dépense d'environ 50 kilos de charbon par heure, et, pour le broyage et le convoyage une puissance de 70 chevaux, de sorte que la dépense totale de charbon ne dépasserait guère 250 kilos par heure, soit environ 3,5 p. 100 du charbon pulvérisé produit.

Comme l'emploi de ce charbon pulvérisé permettrait l'utilisation de déchets, qui, dans certaines mines, montent à 20 p. 100 de leur production, on comprend tout

(1) *Bulletin* de mai 1896, p. 743.

l'intérêt que présente la généralisation de cet emploi, dont les principales difficultés sont le séchage des charbons avant leur broyage et celle de proportionner l'alimentation du foyer au débit de la chaudière, tout en maintenant une combustion économique sans pulsations, ni même d'explosions en reprises de flamme. Ces difficultés seraient, d'après l'*Engineer* du 19 mai dernier, résolues par les appareils que nous venons de décrire.

RIVEUSE PAR PRESSION A MAIN DE *M. Arnodin*, constructeur à Châteauneuf-sur-Loire.

Ainsi que le montre la figure 1, cette riveuse très simple se compose d'un nombre restreint de pièces faciles à remplacer et dont la plus lourde, le bras coudé A', pèse 72 kilogrammes.

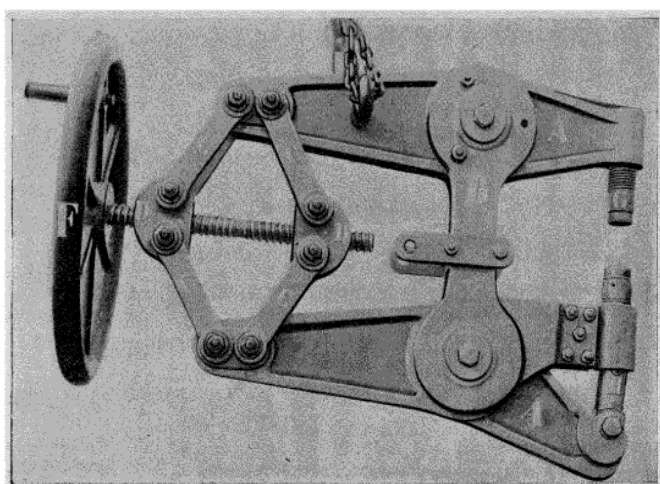


Fig. 1. — Riveuse *Arnodin*.

Cette riveuse se compose essentiellement de : Deux bras en acier coulé A A' articulés en O, de façon à permettre le rapprochement ou l'éloignement de leur extrémité. — Deux flasques B, en acier coulé, formant entretoises et maintenant l'équidistance des articulations O. — Huit leviers en acier forgé C, articulés, d'un bout à l'extrémité de bras A A' et de l'autre bout sur deux écrous. — Deux écrous bronze D, à filetages de pas contraire. — Une vis en acier forgé E, à filets de sens contraire, passant dans les deux écrous D. — Un volant en fonte à manivelle F, servant à emmagasiner de l'énergie pour la récupérer lors du refoulement du rivet. — Un porte-bouterolle en acier forgé G, formant tas réglable à volonté par un pas de vis. — Un porte-bouterolle à genouillère en acier forgé H, passant à frottement doux dans le coulisseau des flasques B.

Son principe repose sur l'action du genou CCCC dont l'intensité croît très rapidement à mesure que ses deux parties se rapprochent sous l'entraînement de la vis du volant F, de sorte que la compression exercée sur le rivet peut atteindre jusqu'à une trentaine de tonnes.

D'après *M. Arnodin* un homme bien exercé à lancer le volant peut écraser convenablement des rivets de 26 millimètres et aussi vite qu'avec des riveuses à air comprimé.

Les figures 2, 3 et 4 montrent comment cette riveuse peut s'adapter aux travaux les

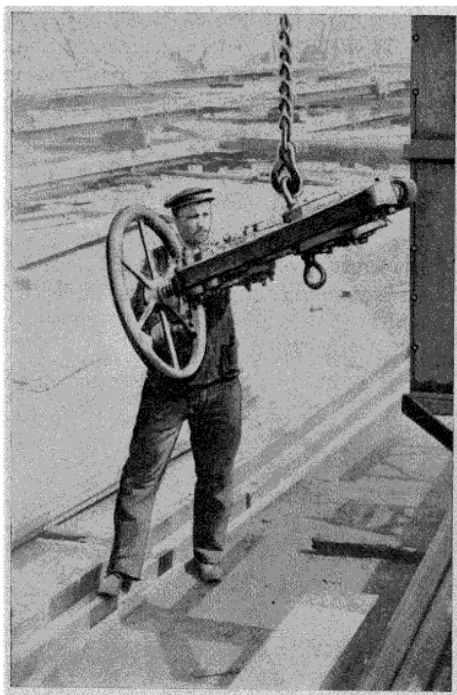


Fig. 2.

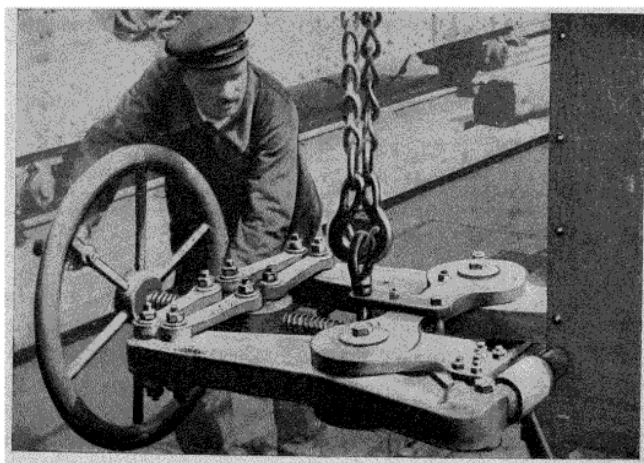


Fig. 3.

plus divers. En outre, si, pour un travail spécial, on a besoin d'une plus grande distance entre les bouterolles, il suffit de remplacer les flasques B (fig. 1) avec le coulisseau

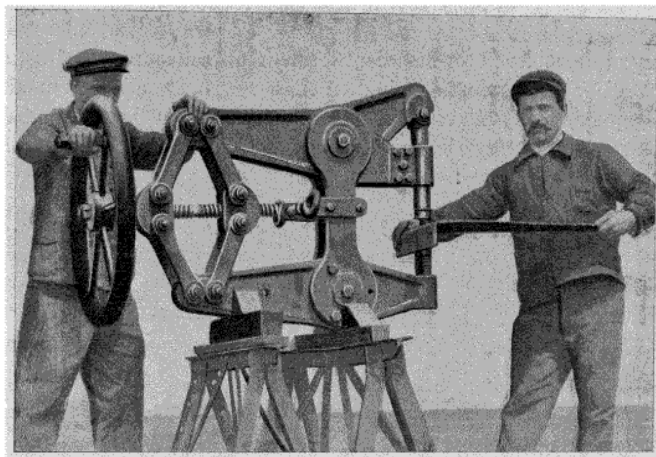


Fig. 4.

et les huit bielles C, par des pièces plus longues ; si on n'a besoin que d'augmenter la profondeur de gueule, il suffit de changer les bras A et A'.

LIMITES PRATIQUES DES CHARGES DES ROUES DE VÉHICULES (1)

Si l'on désigne par p la charge d'une roue, d son diamètre et l la largeur de sa jante, le quotient p/dl donne la charge par unité de ces dimensions d et l , et caractérise la charge spécifique de la roue.

D'après de nombreux résultats de la pratique courante aux États-Unis, on pourrait prendre, pour cette charge p/dl , les valeurs suivantes avec p en livres, d et l en pouces, ou p en kilogrammes d et l en centimètres.

	Mesures anglaises.	Unités métriques.
Roues sur route poussièreuse.	4 à 10 liv.	0 ^k ,113 à 0 ^k ,7
Roues sur macadam	8 à 15 —	0 ^k ,26 à 1 kil.
Sur pavé ou sur asphalte.	20 à 25 —	1 ^k ,35 à 1 ^k ,7
Bandages d'acier sur rails.	200 à 300 —	13 ^k ,5 à 20 kil.
Rouleaux de petit diamètre sur acier ou fonte.	300 à 800 —	20 à 55 —

Pour la charge des roues de wagons, on emploie souvent, en Angleterre, la formule p livres = 200 dl , avec d et l en pouces, et l étant la largeur du champignon du rail, ou $p = 14 dl$, avec p en kilogrammes, d et l en centimètres.

(1) *Engineering News*, 20 avril 1905, p. 418.

SERTISSAGE DES DIAMANTS POUR LEUR TAILLE

Concours international ouvert à Amsterdam, pour remplacer le métal toxique employé pour le montage des « dops ».

Le gouvernement des Pays-Bas vient d'ouvrir un concours ayant pour objet de remplacer l'alliage de plomb et d'étain dont on se sert habituellement pour le sertissage des diamants, dans le travail de leur taille, par un mode de sertissage n'exposant pas, comme le procédé actuel, les ouvriers à des maladies saturnines. Le programme de ce concours est le suivant :

Le but est de trouver un moyen avec lequel les diamants à tailler pourraient être solidement fixés et sertis, — sans qu'il soit besoin d'avoir recours exclusivement à un alliage ; — moyen dont l'emploi ne pourrait avoir de conséquences nuisibles à la santé ; ou bien une proposition nouvelle et détaillée changeant la méthode actuelle de telle façon que l'hygiène n'en souffre pas davantage.

En outre, il faudra satisfaire aux conditions suivantes :

1° Le moyen ou la méthode doit être applicable aux diamants de toutes les dimensions et de toutes les formes, dans les branches suivantes de l'industrie des diamants : les brillants, les roses, les chatons, actuellement taillés dans les Pays-Bas ;

2° L'application doit pouvoir être apprise par les ouvriers habitués à la méthode actuelle, sans que ce changement leur occasionne de trop grandes difficultés. De plus, le sertissage ne doit pas prendre plus, ou guère plus de temps que d'après le système actuel ;

3° L'introduction et l'emploi ne doivent pas non plus entraîner de trop grandes charges pécuniaires.

L'examen des réponses ainsi que l'attribution du prix sont confiés à une commission nommée par le ministre de l'Intérieur. Les réponses doivent être rédigées en néerlandais, français, allemand ou anglais, et accompagnées d'échantillons ou objets permettant à la commission de juger de la valeur pratique de l'invention.

Le concurrent est invité à donner son adresse exacte.

Les réponses et les échantillons ou objets doivent être envoyés francs de port et, pour autant qu'ils viennent de l'étranger, libres de tout droit d'entrée, avant le 1^{er} janvier 1906, au président de la commission, M. le professeur docteur L. Aronstein, dont voici l'adresse : laboratoire chimique de l'École polytechnique de Delft (Pays-Bas).

Le prix qui sera décerné à la solution complète jugée la meilleure par la commission, est de 6000 florins. La commission pourra aussi partager le prix entre divers concurrents et en attribuer une fraction à une réponse partielle, correspondant à une seule des branches sus-nommées de l'industrie des diamants. Enfin la commission pourra faire dépendre l'attribution du prix de quelques conditions nouvelles, auxquelles le concurrent aurait encore à satisfaire.

Ce programme est suivi d'une courte note donnant, sur le travail du diamant, quelques renseignements peu connus, et dont nous extrayons les passages suivants :

A l'usage de ceux qui désireraient concourir, le jury donne ci-dessous un aperçu succinct de la façon dont les travailleurs en diamant sont, en le sertissant et en le taillant, mis en contact avec le métal toxique des « dops ».

Ce métal ou soudure est un alliage de deux parties de plomb et d'une partie d'étain ; quand on le chauffe, il devient pétrissable avant la fusion ; quand on le refroidit, il reprend sa solidité primitive. La plasticité est une qualité importante de la soudure, comme on le verra ci-dessous.

Avant de passer à tailler les diamants clivés et débrutés, on remet les pierres au sertisseur pour qu'il les sertisse. A cet effet, il se sert d'un « dop » (chape) en laiton à peu près hémisphérique, auquel on fixe un manche flexible de cuivre rouge au moyen d'une vis. Dans ce « dop » on met assez de soudure pour que l'hémisphère en soit non seulement rempli, mais surmonté d'un tas conique que l'on façonne en le pétrissant.

Quand la soudure a été chauffée à une flamme de gaz jusqu'au ramollissement, on pose le « dop » dans une pièce de bois, nommée « blok », et au moyen de presselles en fer, on enfonce le diamant à tailler dans le sommet de la soudure, de façon à laisser à nu seulement la ou les faces à tailler; puis le sertisseur consolide la soudure, encore plastique, avec ses doigts à découvert. Ensuite on refroidit le « dop », qui passe entre les mains du polisseur.

En considérant qu'un seul sertisseur fournit 4 ou 5 polisseurs et que, pour chacun d'eux, il doit monter jusqu'à 200 « dops » par jour (pour la taille des petites pierres le nombre est encore bien plus considérable), il est évident que les doigts d'un sertisseur sont constamment souillés de parcelles plombifères qui s'attachent facilement à la peau; en outre, il est exposé aux vapeurs saturnines, qui, au chauffage, se dégagent de la soudure.

La taille se fait de la manière suivante : le polisseur est assis à un établi nommé moulin, au milieu duquel une plate-forme d'acier horizontale tourne rapidement autour d'un axe vertical (— 2 400 tours par minute). Pour ce travail, il se sert d'une pâte, faite d'un mélange de diamant pulvérisé et d'huile d'olive. Les « dops » qui enchâssent le diamant sont fixés par le manche aux pincettes auxquelles on peut donner une position déterminée par rapport au moulin; en fléchissant le manche plus ou moins, on place le diamant dans la position voulue contre la plate-forme, et on l'y appuie fortement, en chargeant les pincettes de poids. Ceux-ci, qui consistaient autrefois en saumons de plomb sont, depuis 1904, remplacés avec succès, aux Pays-Bas, par des saumons de fer.

Le frottement, pendant la taille, occasionne une forte chaleur, en sorte qu'il faut refroidir les « dops » à plusieurs reprises. Toutefois, le « dop », grâce à sa conductibilité, n'est jamais chauffé localement au point que la soudure se ramollisse.

Si l'on sertissait le diamant avec le ciment (mélange de résine et de sable), dont on se sert pour le clivage et le dégrossissage, le « dop », beaucoup moins conducteur, se ramollirait par la chaleur et le diamant s'enfoncerait.

La rotation et la flexion continuelles dans les pincettes (il y en a au moins quatre paires sur chaque établi), ainsi que la pierre et la soudure, que l'on essuie avec la main toutes les fois qu'il faut examiner si la facette à tailler a la superficie désirée, font que les polisseurs ont les mains constamment souillées de parcelles de soudure pendant la manipulation.

La manière dont on travaille le diamant n'est donc point sans péril pour la santé; les sertisseurs, et les polisseurs sont continuellement en contact avec du plomb métallique, qui les expose, en cas de précautions insuffisantes, au danger d'intoxication saturnine chronique.

MOTEUR A PÉTROLE *Diesel* DE 500 CHEVAUX

Ce remarquable moteur, construit par les ateliers Carels, de Gand, est à 3 cylindres de 560 × 750 millimètres de course, sur manivelles à 120° : vitesse 150 tours par minute. Les pistons sont (fig. 1 et 2) à huit segments en fonte, avec injection, toutes les deux courses, d'huile entre le premier et le second anneau, par une pompe Mollerup.

Les soupapes sont disposées verticalement sur les cylindres, et les leviers des soupapes d'admission sont en deux pièces, ce qui permet de les enlever sans toucher à l'arbre de distribution. Les cylindres et les soupapes d'échappement sont refroidis par une circulation d'eau dont on connaît à chaque instant la température.

La mise en train se fait par de l'air comprimé à 50 atmosphères dans deux résér-

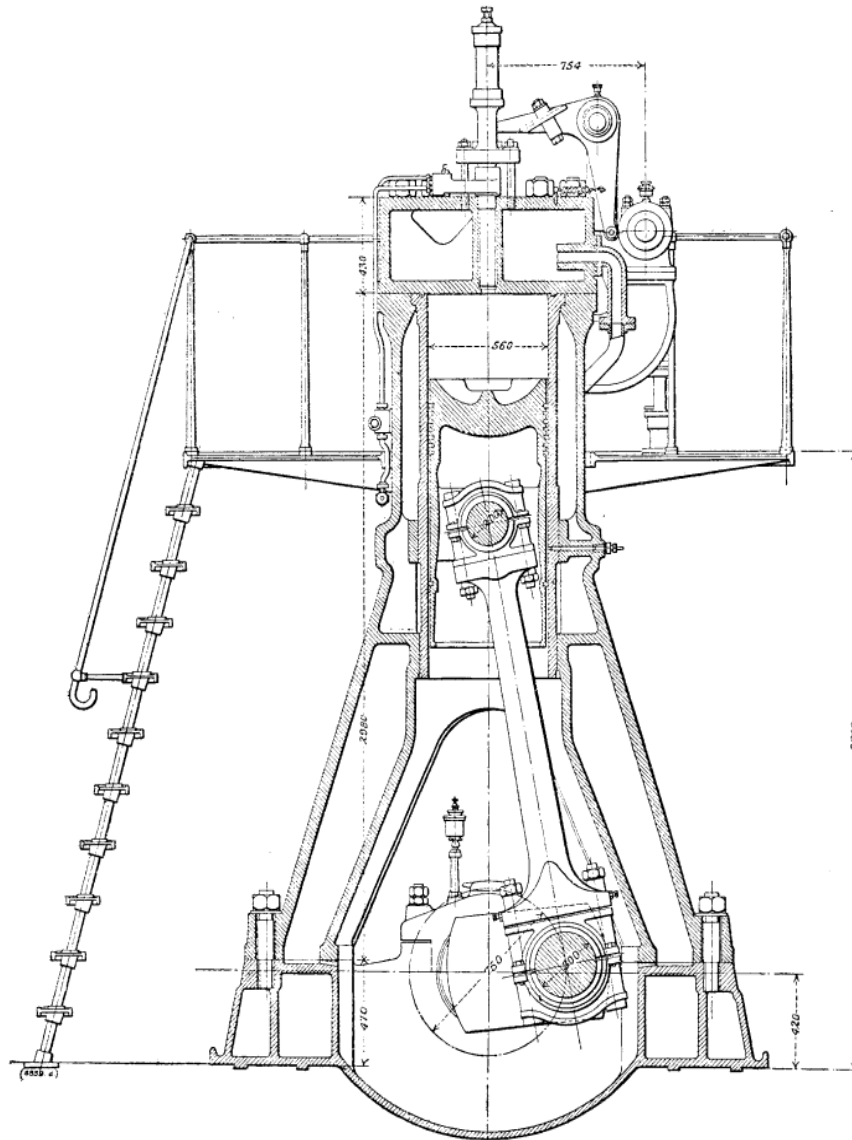


Fig. 1. — Moteur Diesel de 500 chevaux.

voirs de 400 litres. La vitesse de régime, qui peut varier entre 145 et 155 tours par minute, est réglée à 2 p. 100 près en passage de la pleine charge à la marche à vide.

Le régulateur agit sur la pompe à pétrole et est pourvu d'un arrêt automatique qui fonctionne dès que la vitesse atteint 160 tours par minute.

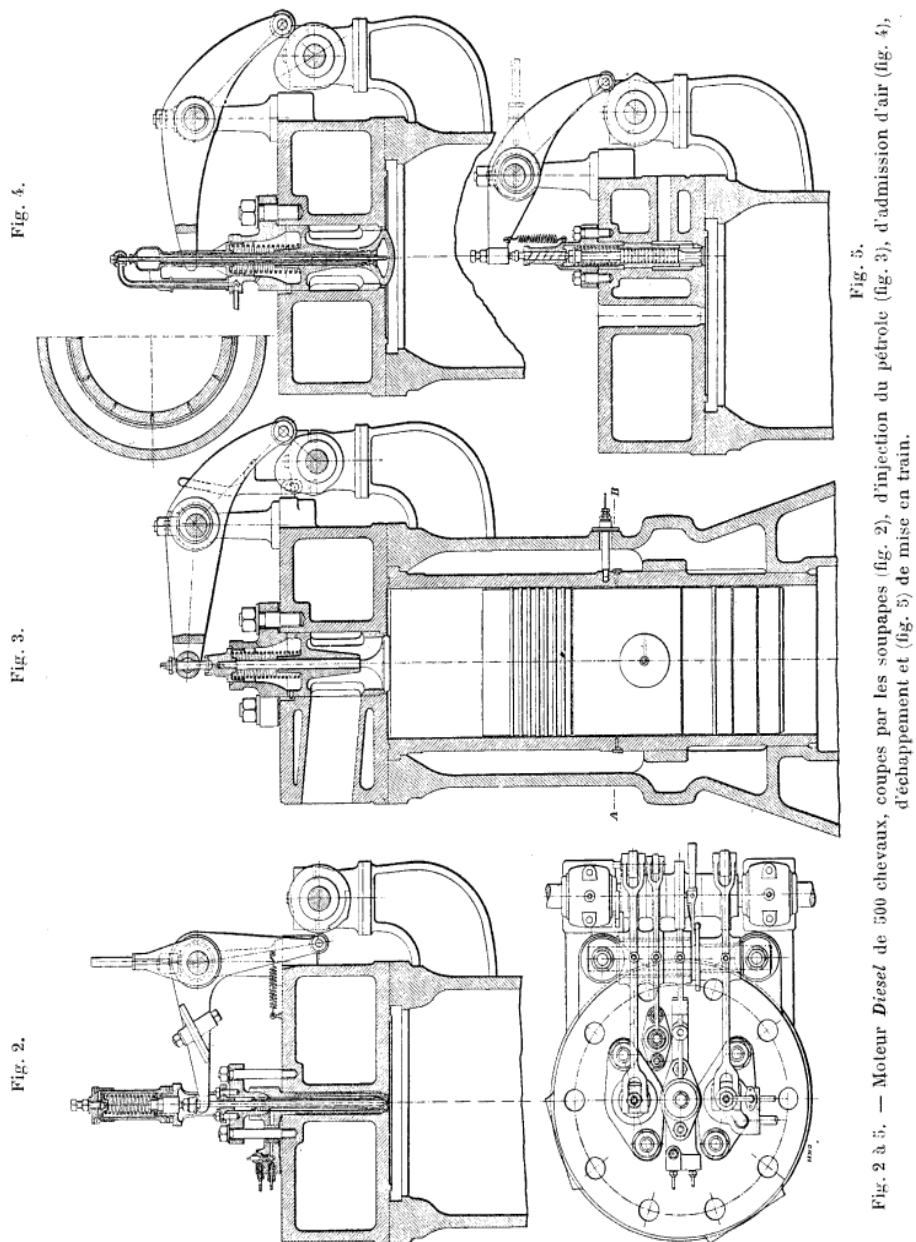


Fig. 2 à 6. — Moteur Diesel de 500 chevaux, coupes par les soupapes (fig. 2), d'injection du pétrole (fig. 3), d'admission d'air (fig. 4), d'échappement et (fig. 5) de mise en train.

La pompe à comprimer l'air est indépendante du moteur; elle se compose de deux

cylindres à triple compression et est commandée par une dynamo; la compression de l'air s'y fait en trois temps avec interposition de refroidisseurs intermédiaires.

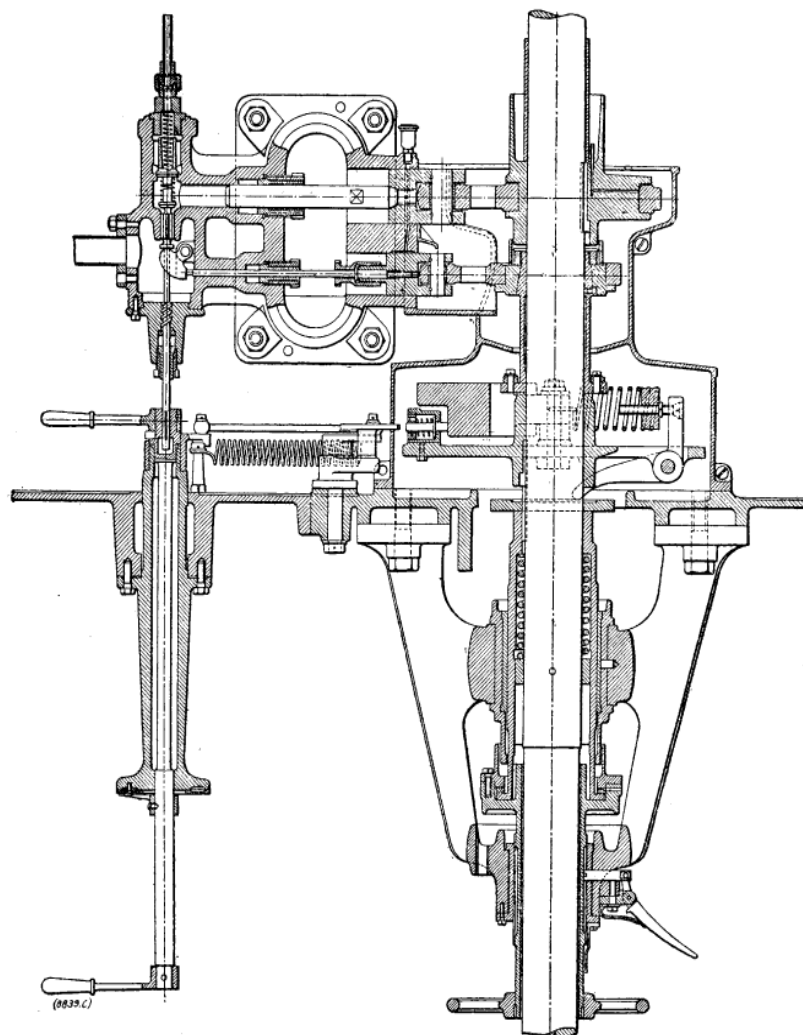


Fig. 6. — Moteur Diesel de 500 chevaux. Détail de la pompe à pétrole.

Aux essais, cette machine a dépensé, par cheval-heure effectif, $0^{\text{kil}},195$ de pétrole en pleine marche et $0^{\text{kil}},19$ en demi-charge, avec un rendement thermique de 45 p. 100 (1).

(1) *Engineering*, 9 juin, p. 735. Pour plus de détails sur le Diesel, voir le *Bulletin* de novembre 1897, p. 1510 et la *Revue de mécanique* de juillet 1903, p. 105.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 26 mai 1905.

Présidence de M. GRUNER, vice-président.

M. le Président fait part de la perte particulièrement douloureuse que vient d'éprouver le Conseil de la Société d'Encouragement, en la personne de *M. E. Simon*; il rappelle la part si active et si dévouée que *M. Simon* prenait aux travaux de la Société en sa qualité de membre de son Comité des Arts mécaniques, et qui s'est traduite, notamment, par la publication, au *Bulletin*, de plus de quatre-vingts mémoires et notes sur les sujets de mécanique les plus variés, principalement sur les questions de tissage et de filature, dont notre collègue s'était fait une spécialité. *M. Simon* était aussi censeur de notre Société, et il apportait à la gestion de nos finances un dévouement qui a largement contribué à leur prospérité. *M. Brull* rappelle le dévouement avec lequel *M. Simon* se donnait tout entier aux œuvres de bienfaisance; jamais une véritable infortune ne frappait vainement à sa porte; c'était, dans toute la force du terme, un véritable homme de bien; il laisse, avec d'unanimes et très vifs regrets, l'exemple d'une vie consacrée tout entière à la pratique des vertus les plus élevées. C'est de tout cœur que le Bureau de la Société d'Encouragement envoie à la famille de notre très regretté collègue l'expression de la part très vive que prend à sa peine le Conseil de la Société.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

Le *ministère de l'Instruction publique* adresse à la Société d'Encouragement la lettre suivante :

M. le ministre des Affaires étrangères, en m'annonçant la réunion à Mons, du 24 au 29 septembre prochain, sous le haut patronage de Sa Majesté le roi des Belges, d'un *Congrès international d'expansion économique mondiale*, me fait part du désir du gouvernement belge de voir les Sociétés savantes françaises se faire représenter par une délégation importante. Il souhaiterait tout particulièrement que les adhésions fussent accompagnées de l'annonce d'un rapport sur l'une des questions inscrites au programme.

M. C. Legrand, président du Congrès de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, adresse la circulaire suivante :

J'ai l'honneur de vous adresser, ci-joint, un exemplaire du programme de ce Congrès, en vous priant de vouloir bien le porter à la connaissance des membres de votre Société. (Déposé à la bibliothèque.)

J'ai l'honneur de vous informer que notre Congrès aura lieu, cette année, à Angoulême et à Cognac, sous le patronage des Chambres de Commerce de ces deux villes.

La Compagnie des Chemins de fer de Paris-Orléans voulant bien accorder une réduction de 50 p. 100 sur le tarif du parcours sur son réseau en faveur des membres de l'Association qui se rendront à ce Congrès, je vous serai obligé de vouloir bien remplir la feuille ci-jointe et l'adresser à notre secrétaire général, *M. Émile Bert*, 7, boulevard Saint-Denis, avant le 31 mai courant, si vous désirez profiter de cette faveur.

M. A. Gaillet, 13, rue Chaudron, présente une *musette* pour chevaux et un châssis pour *chevalet de peintre*. (Agriculture et Beaux-Arts.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil les ouvrages mentionnés à la fin du *Bulletin* de mai, déposés à la bibliothèque de la Société; il signale tout particulièrement le don fait, par la *Société industrielle de Rouen*, des années 1873 à 1876 et 1879 de son *Bulletin*, qui viennent très heureusement compléter notre collection de cet important périodique.

REVUE DE LA QUINZAINE. — *M. Richard* présente en ces termes quelques nouveautés parues dans les périodiques de la dernière quinzaine :

MESSIEURS,

J'ai attiré, dans notre séance du 24 novembre dernier (*Bulletin* de décembre 1904, p. 1002) votre attention sur un procédé de *protection des métaux par le zinc*, qui venait de réussir aux États-Unis, et connu, d'après le nom même de son inventeur, *M. Sherard*, sous le nom de *sherardisation*. Son principe consiste, comme vous le savez, à opérer, sur des pièces enfermées dans une caisse remplie de suie ou de gris de zinc, une sorte de cémentation par ce zinc, grâce à laquelle, après quelques heures de chauffage de ces caisses à la température d'environ 350°, les pièces de fer en sortent imprégnées d'une couche de zinc absolument tenace et très adhérente. Je vous demande la permission de revenir un instant aujourd'hui sur ce sujet, parce que ce procédé se répand maintenant en Europe et que je puis, grâce à l'obligeance de *M. André*, membre de notre Société, mettre sous vos yeux une application très ingénieuse de ce zinguage à la protection des clous de toiture. Ainsi que vous le voyez, ces clous sont, de la tête à la pointe, parfaitement protégés par une couche de zinc très nette, impossible à obtenir par la galvanoplastie ordinaire, et très résistante: ce résultat est obtenu, dans l'usine de *M. Hodez*, à Eitelbruck, grand-duché du Luxembourg, après six heures de chauffage à 350° dans une caisse de gris de zinc. Et la fabrication mécanique de ces clous est, elle-même, des plus intéressantes. On les tire du découpage et du refoulement des

lamelles de tôle, par des machines qui font environ, chacune, 240 de ces clous à la minute, et comme un habile ouvrier peut surveiller jusqu'à sept de ces machines, on voit qu'un seul ouvrier peut arriver à suffire pour une fabrication d'environ 100 000 clous par heure.

La Tourbe est un combustible très répandu dans certaines régions de la France et, en général, mal exploité; cette exploitation a fait, au contraire, en Allemagne, de grands progrès, parmi lesquels je crois utile de vous signaler tout particulièrement la méthode proposée par M. Gerke pour l'exploitation des tourbes liquides, renfermant jusqu'à 95 p. 100 d'eau, et habituellement négligées comme improductives. Cette tourbe, prise par des dragues spéciales, est envoyée par des fossés dans des bassins près de l'usine à briquettes de tourbe, où elle est passée dans des filtres presses continus, qui la ramènent à ne tenir plus que 65 p. 100 d'eau, après quoi on la sèche par de la vapeur d'échappement des machines à briquettes, et on la presse en briquettes.

L'intéressant de ce système est que la vapeur nécessaire à la force motrice est produite dans une chaudière spéciale, ou chaudière à tourbe, non par des briquettes de tourbe, mais par de la tourbe humide. La vapeur de cette chaudière provient de tourbe humide dont on vaporise l'eau dans la chaudière même, et c'est la tourbe ainsi séchée, dans la chaudière, en y produisant de la vapeur motrice, que l'on brûle ensuite au foyer de la chaudière. On économise ainsi et recueille en vapeur motrice l'énergie ordinairement employée à vaporiser à l'air libre l'eau de cette tourbe. Et l'on conçoit fort bien que l'on puisse réaliser d'importants bénéfices en utilisant, sur la tourbière même, ces chaudières à produire de la force motrice, non seulement pour la fabrication des briquettes de tourbe, mais aussi pour tout autre usage, la commande d'une station électrique par exemple. C'est ainsi que l'on pourrait, d'après M. Gerke, dans une station électrique de 3 000 chevaux d'une fabrique de briquettes en produisant 200 tonnes par jour, utiliser environ 47 p. 100 de l'énergie de la tourbe brute à produire de l'électricité et des briquettes, dont la fabrication ne serait pas sensiblement influencée par celle de l'électricité (1).

J'ai déjà eu l'honneur d'attirer votre attention sur les difficultés de plus en plus graves que présente l'exploitation des mines aux grandes profondeurs; l'attention des intéressés est actuellement attirée d'une façon toute spéciale sur ces difficultés par les projets d'exploitation des couches de houille de la Campine et du bassin du Limbourg, qu'il faudra rejoindre, au travers de morts terrains aqueux et difficiles, à des profondeurs voisines du kilomètre. Il faudra, pour ces exploitations dont les travaux seront très importants, creuser des puits très coûteux et installer un aérage très puissant, non seulement en raison de l'étendue des travaux, mais aussi de la température élevée de ces grandes profondeurs, température provenant non seulement du degré géothermique ordinaire de 20 à 30 mètres, qui amène aux environs de 45° la température à la profondeur de 1 000 mètres, mais aussi de la présence probable de sources d'eau chaude. On estime qu'il faudra, dans ces conditions, compter sur un débit d'air d'au moins 100 mètres cubes par seconde.

Le prix très élevé de ces puits à grandes profondeurs fait que l'on doit s'efforcer d'en diminuer le plus possible le nombre et notamment chercher à utiliser pour

(1) *Engineering*, 12 mars, p. 605.

l'extraction les puits d'entrée d'air de l'aérage. Cette utilisation n'est pas nouvelle, mais il s'agit ici des conditions exceptionnelles, pour lesquelles il faudra employer des solutions radicales, ne compromettant en rien le fonctionnement de l'aérage, tout en laissant à l'activité de l'extraction toute son intensité, comme s'il ne se faisait aucun aérage par le puits même de sortie des matières.

Parmi les solutions envisagées dans ce but, j'attirerai particulièrement votre attention sur celle de *M. Bentrop*, directeur des charbonnages de Neumühl, qui consiste à enfermer toute l'installation de l'extraction proprement dite : celle de la recette et celle du triage du charbon, dans un grand bâtiment étanche à l'air et construit au-dessus du puits d'entrée de l'air dans la mine. Les opérations de l'extraction se passent alors, dans ce bâtiment, comme en plein air libre ; les bennes et leur charbon y arrivent et s'y recueillent sans difficulté, et il ne s'agit plus que de faire sortir leur charbon de cet immense sas à air sans y provoquer des rentrées d'air notables.

A Neumühl, le bâtiment ainsi maintenu sous la dépression de l'aspiration d'aérage occupe une surface d'environ 750 mètres carrés ; il est construit, jusqu'à l'arrivée ou recette supérieure des bennes de la mine, en maçonnerie de 0^m,50 d'épaisseur, et, au-dessus, en une charpente métallique avec remplissage en maçonnerie de 0^m,26 d'épaisseur ; les parois sont recouvertes, à l'intérieur, d'un enduit au ciment de 10 millimètres ; la toiture est en béton armé de 120 millimètres d'épaisseur. La partie du chevalet d'extraction qui traverse le toit, ou l'avant-carré, est enveloppée, jusqu'au-dessous des molettes, d'une gaine de tôles étanches, se terminant par une cloison percée de quatre petites fentes pour le passage des câbles ; et, pour ne pas transmettre ses vibrations au reste du bâtiment, cet avant-carré en est isolé, avec son passage au travers du toit rendu étanche par une tôle rivée à l'enveloppe de l'avant-carré, l'entourant et plongeant dans une rigole remplie de sable fixée au toit du bâtiment. Les fenêtres sont en verre armé. La surface soumise ainsi à la dépression est d'environ 3250 mètres carrés, et, néanmoins, aux essais, avec un ventilateur aspirant 100 mètres cubes par seconde, sous une dépression de 120 millimètres d'eau, la perte par entrées d'air n'a été que 2,25 p. 100, ce qui correspond à un orifice équivalent de rentrée d'air de 0^m2,077, c'est-à-dire très petit.

C'est qu'en effet, en outre des dispositions prises pour assurer l'étanchéité même du bâtiment, *M. Bentrop* a eu recours à des artifices très ingénieux pour assurer celle, plus difficile, des sorties du charbon de ce bâtiment.

Les moyens imaginés par *M. Bentrop* à cet effet sont nombreux, mais peuvent se ramener à quelques types, connus sans doute en principe, mais dont l'application nouvelle est des plus remarquables. C'est ainsi que l'on peut faire basculer les wagonnets sur un plan incliné disposé dans le bâtiment, et qui débouche à l'extérieur dans l'eau d'un grand joint hydraulique, au fond duquel le charbon est repris par un élévateur à godets ; ou encore, faire basculer ces wagonnets dans un sas à double fermeture, une porte supérieure isolant du bâtiment, pendant que la porte inférieure s'ouvre pour laisser le sas se vider à l'extérieur ; et ce sas peut être, pour les très grands débits, remplacé par un tambour tournant à l'intérieur d'un autre tambour fixe, à deux orifices communiquant l'un avec le bâtiment et l'autre avec l'extérieur. Le tambour tournant porte des cloisons radiales à frottements étanches sur le tambour extérieur, et qui constituent ainsi une série de trémies triangulaires, que leur rotation amène successivement au-dessous du plan incliné qui leur amène le charbon du bâtiment, puis au-dessus de l'orifice de sortie du tambour fixe par où le charbon se

déverse à l'extérieur sur une chaîne à godets. Bien d'autres dispositifs ont été proposés par M. Bentrop ; je ne puis que vous renvoyer, pour leur étude, au mémoire de M. Schneider, auquel j'emprunte ces renseignements ainsi que les conclusions suivantes (1).

« Les avantages de ce système sont assez considérables :

1° Le puits est absolument dégagé et aussi accessible que n'importe quel puits d'extraction ; l'espace et la lumière ne manquent pas.

2° L'usure du câble est bien moindre qu'avec les clapets Briart ; le câble traverse en effet la cloison séparatrice très près des molettes, à un endroit où le ballonnement est presque nul.

3° La manœuvre des portes est complètement supprimée ; d'où économie de main-d'œuvre et nombreuses pertes d'air évitées.

4° Les appareils sont tous très simples et leur fonctionnement est ou bien indépendant des ouvriers, ou bien le même que ceux des appareils (culbuteurs, balances, etc.) qu'on emploie dans le cas de l'extraction par les puits d'entrée d'air.

5° La recette est à l'abri des gelées et autres intempéries dont les puits d'entrée d'air ont à souffrir.

6° Les pertes par rentrée d'air sont très faibles. Ces pertes ont été déterminées à Neumühl par l'ingénieur du corps des mines. Au moment des essais, le ventilateur aspirait 100 mètres cubes avec une dépression de 120 millimètres. Dans ces conditions, la perte était de 2,25 p. 100, ce qui correspond à un orifice équivalent de rentrées d'air de 0^m2,077.

Cette faible perte s'explique par l'absence de portes, il n'y a en effet que deux petits sas à portes, l'un pour le passage du personnel, l'autre pour l'introduction de matériaux, tels que bois, etc., or le passage n'y est pas fréquent. Pendant l'extraction, on ne se sert pas de ces sas, et les seules pertes proviennent des appareils. Or ceux-ci sont disposés de façon que l'obturation soit continue ; leur étanchéité est très satisfaisante et, dans le cas où elle laisserait à désirer dans un appareil quelconque, il est toujours facile d'y remédier en renouvelant les bandes de cuir obturatrices ou les bourrages.

Les inconvénients sont d'autre part les suivants :

1° Un très grand inconvénient, c'est que, le contenu de tous les wagonnets étant déversé dans un local absolument clos, l'air de ce local se charge très fortement de poussières, ce qui y rend le séjour nuisible et désagréable. Les poussières qui se déposent partout en quantités énormes augmenteront sérieusement le danger, en cas d'incendie, et même pourraient être la cause d'une explosion de poussières à l'intérieur du local.

2° Le nombre de personnes se trouvant dans l'atmosphère déprimée, et obligées par conséquent de respirer un air vicié, est exagéré inutilement.

3° Les pertes constatées jusqu'ici sont très faibles, mais il faut remarquer que l'installation est toute récente. Il conviendra de voir ce qu'elles seront dans quelques années ; il est probable qu'à la longue, il sera très difficile de maintenir étanches d'aussi énormes surfaces, surtout quand le bâtiment commencera à se ressentir des mouvements du sol. »

Vous voyez que, malgré son ingéniosité et son succès actuel, le système de M. Ben-

(1) *Revue universelle des mines et de la métallurgie*, avril 1905.

trop ne réalise pas encore la perfection; aussi en cherche-t-on déjà d'autres, parmi lesquels je signalerai tout particulièrement celui de l'usine de *Humboldt*, également décrit dans le mémoire de M. Schneider, et dont le principe consiste à ne renfermer, dans le bâtiment étanche de M. Bentrop, que la recette du charbon, en passant de la recette au triage par un grand sas, pourvu d'appareils mécaniques très ingénieux, mais assez compliqués. Ce système fonctionne depuis un an, avec succès, au charbonnage de Deutscher Kaiser, près de Neumühl, où il permet d'écuser, par 10 heures, 9 600 waggonnets de 600 kilogrammes, soit 5 760 tonnes, avec une perte de 2,6 p. 100, mais en dépression de 350 millimètres au lieu de 120 millimètres d'eau à Neumühl, ce qui réduit l'orifice équivalent des rentrées d'air à $0^{\text{m}^2},0432$, soit presque à la moitié de celui de Neumühl.

Bien que le problème ne soit complètement résolu par aucune de ces deux solutions, elles méritaient, à tous égards, de vous être signalées.

On a proposé et employé, pour la commande des perforatrices dans les chantiers de mines, de tunnels et de carrières, presque toutes les sources d'énergie dont on dispose : vapeur, eau et air sous pression, électricité... et aussi les moteurs à pétrole; c'est à ce dernier moyen que vient d'avoir recours la *Gazoline Rock Drill Co*, de Philadelphie, dans le remarquable appareil projeté sous vos yeux. Le moteur à pétrole, ou plutôt à gazoline, est, comme vous le voyez par cette projection, monté sur le châssis de la perforatrice et pourvu de deux petits volants; il met, par un mécanisme analogue à celui de nombre de perforatrices à main, en mouvement une masse qui frappe sur l'une des extrémités du fleuret, dont le rebondissement sur la roche, après chaque coup, lui imprime, par un rochet, la petite rotation nécessaire pour changer à chaque frappe le tranchant d'attaque de sa pointe. Le nettoyage du trou se fait au moyen d'un petit jet d'air comprimé par un dash-pot du cylindre de la masse frappante, et amené par un tuyau flexible au fond du trou.

Cette perforatrice pèse environ 150 kilogrammes; sa longueur, de la manette du conducteur à l'emmanchement du foret, est de $1^{\text{m}},25$; le diamètre et la course de son cylindre sont de 100 millimètres. La gazoline est fournie par un réservoir de 14 litres, monté sur un petit trépied qui porte aussi une batterie d'allumage de six piles, la bobine de cet allumage et le carburateur, le tout d'un poids de 34 kilogrammes.

Dans les travaux souterrains, les gaz de l'échappement sont évacués à la surface par une tuyauterie en tubes galvanisés de 40 millimètres de diamètre, avec joints coulissants à garniture d'asphalte. Comme le petit moteur de la perforatrice marche à 1 500 tours par minute, il aspire environ $1^{\text{m}^3},20$ d'air par minute, et contribue ainsi à la ventilation de la galerie; sa dépense est d'environ 14 litres de gazoline par journée de dix heures; elle n'exige qu'un conducteur et son aide. Quant à sa puissance, elle permettrait de percer au taux de 75 millimètres par minute les granits les plus durs, et de 150 millimètres les pierres calcaires ordinaires, et ce à des profondeurs allant jusqu'aux environs de 3 mètres, comme dans les perforatrices percutantes à masses et à air comprimé. Son principal avantage est son autonomie complète, qui semble devoir lui assurer la préférence dans les installations qui ne comportent pas l'établissement de tout un système de transmission de force par l'air comprimé ou l'électricité (1).

Vous vous rappelez tous la *plate-forme roulante* de l'Exposition de 1900, due à

(1) *Engineerings News*, 13 avril, p. 385.

MM. Blot, Guyennet et de Mocomble, et qui a été l'objet d'un rapport de M. Barbet dans votre *Bulletin* de novembre 1897. Le succès technique de cet appareil a engagé les Américains à l'établissement d'un dispositif analogue en l'un des points les plus actifs du métropolitain de New-York, sous la trente-quatrième rue, entre la première et la neuvième avenue, coupant l'île de Manhattam. Cette installation n'est encore qu'à l'état de projet, mais suffisamment étudiée pour qu'un exposé sommaire de ses principales caractéristiques prenne opportunément place dans ces causeries.

Ainsi que le montre la projection que vous avez sous les yeux, l'ensemble de l'installation comprendrait quatre plates-formes; deux marchant à la vitesse de 3 milles à l'heure (5 kilomètres environ), une à la vitesse de 6 milles et l'autre, la principale, à 9 milles.

La première des plates-formes à la vitesse de 3 milles resterait presque toujours immobile, ne servant qu'en temps de presse pour doubler ainsi la facilité d'accès et de départ des voyageurs. Le tout circule dans un tunnel de 9 mètres de large sur 5^m,25 de haut, dont 2^m,45 au-dessus de la plate-forme, et le reste au-dessous, pour le logement et l'inspection des mécanismes. Les plates-formes sont en tôles d'acier de 1^m,80 de long, recouvertes de caoutchouc, avec raccordements leur permettant de suivre les courbes des boucles, et reposant chacune, par une paire de fers à T, sur des galets d'entraînement espacés de 0^m,90 environ. Ces galets des trois premières plates-formes sont montés sur des arbres commandés par des dynamos, chacun de ces arbres portant une paire de galets de chacune des plates-formes; les galets de la plate-forme auxiliaire sont sur des arbres commandés par des dynamos indépendantes. Enfin, chacune des plates-formes est guidée latéralement par des galets horizontaux appuyés sur leurs fers de support. Les galets des trois plates-formes ont respectivement 200, 400 et 600 millimètres de diamètre. Les différents éléments des plates-formes sont reliés entre eux par des bielles de 1^m,17 de longueur, avec leurs axes aux centres des cercles de recouvrement des tôles.

Le débit de cette installation serait énorme : de 47 000 voyageurs par heure, alors que celui de la section à quatre voies du métropolitain de New-York, avec des trains express de huit voitures toutes les deux minutes, ne débite, au maximum, que 28 000 voyageurs; de plus, en tenant compte des arrêts de ce métropolitain, on irait presque aussi vite avec la plate-forme. Enfin, en raison de ces arrêts et de l'énergie perdue en freinage, le métropolitain actuel exige une dépense d'énergie électrique, à la station centrale, d'environ un kilowatt par voyageur, tandis que la plate-forme en exigerait, complètement chargée, vingt-six fois moins. Son poids mort, par siège, n'est que de 200 kilos environ au lieu de 4 à 500 avec les voitures du métropolitain (1).

On a souvent, mais jusqu'à présent en vain, cherché à amplifier les sons des gramophones de manière à les rendre accessibles à de très grands auditoires. Ce problème vient, paraît-il, d'être résolu après de longues recherches de M. Parsons, l'inventeur bien connu de la turbine à vapeur qui porte son nom, et M. Short. Le principe de l'appareil, auquel ses inventeurs ont donné le nom d'*Auxetophone*, consiste à faire agir le style de graphophone non pas directement sur la membrane reproductrice des sons tracés sur son cylindre ou sur sa plaque, mais sur un distributeur extrêmement sensible d'air comprimé à l'entrée d'un porte-voix. Ce distributeur est constitué par

(1) *Scientific american*, 13 mai, p. 379.

un peigne d'aluminium extrêmement léger, suspendu à des ressorts d'acier au-dessus d'une ouverture à fentes alternativement ouvertes et fermées par les dents de ce peigne (1). L'air, comprimé à 0^{kg},15 environ, par un petit soufflet que vous voyez logé dans le socle de l'appareil, passe ainsi dans le porte-voix en pulsations fonction du tracé du graphophone, dont il renforce à la manière d'un relais les sons au point que la parole s'entendrait très distinctement à 500 mètres; le *Scientific american*, auquel j'emprunte cette information, dit même à 4 kilomètres. C'est donc un appareil à vous signaler, bien qu'avec quelques réserves, jusqu'à ce qu'on l'ait entendu.

Pendant que nous sommes sur ce sujet de la transmission et du renforcement des sons, je vous demanderai la permission d'attirer un instant votre attention sur un dispositif de la *Submarine signal Co* de New-York, qui semble destiné à rendre aux marins des services très importants. On sait qu'en temps de brouillard, les phares les plus puissants deviennent parfois invisibles; si la tempête s'en mêle, on n'entend plus les sirènes de ces phares, ni celles des bâtiments voisins, et, si on les entend un peu, il est très difficile, en raison des réflexions du son sur ces brouillards, d'en identifier la situation. Si l'on pouvait, par conséquent, parvenir à transmettre par l'eau même de la mer les sons d'un signal quelconque, d'une cloche, par exemple, agitée sous l'eau, on augmenterait singulièrement la sécurité des navires en ces moments dangereux et fréquents. La transmission de certains sons se fait par l'eau très facilement et à de très longues distances, mais le difficile était de trouver un récepteur qui, installé à bord du navire, séparerait ces sons des bruits du navire assez complètement pour laisser entendre distinctement la cloche. On y est parvenu en n'employant que des cloches à sons très aigus et, comme récepteurs, des microphones sensibles seulement aux sons aigus. Et, en outre, ces microphones sont logés dans des réservoirs collés sur la quille du navire, à l'intérieur et au-dessous de la flottaison, et remplis d'un liquide plus dense que l'eau de mer. Les bruits du navire semblent ne pas passer dans le réservoir des microphones, qui laissent parfaitement entendre, jusqu'à une quinzaine de kilomètres, le son d'une cloche installée sous un bateau-phare par exemple. En outre, si l'on dispose de deux de ces appareils: un à bâbord et l'autre à tribord, leur audition simultanée au poste du pilote, par des téléphones appropriés, indique parfaitement la direction d'où vient le son. On peut entendre ainsi non seulement le son d'une cloche mais le bruit que fait, par exemple, l'hélice d'un navire distant de quelques kilomètres.

Cet appareil est actuellement monté sur le *Kaiser Wilhelm* et quelques autres grands navires allemands et américains; il est en expérience sur des sous-marins, et il a partout donné, bien qu'à ses débuts, des résultats extrêmement encourageants, qui permettent d'espérer bientôt un succès complet (2).

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

M. Prévot, tanneur à Paris, 16, rue Belzunce, présenté par *MM. Lindet et Livache*.

(1) Brevets anglais, 10 468 et 27 768 de 1903, 20 892 de 1904.

(2) Note de M. Millet à l'*Institution of Naval Architects. Engineering*, 10 mai, p. 651.

M. Fernand Floquet, tanneur à Saint-Denis, présenté par *MM. Lindet et Livache*.

M. Leinekugel Le Cocq, ingénieur à Châteauneuf-sur-Loire, présenté par *MM. Arnodin et G. Richard*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Est lu et approuvé le rapport présenté par *M. Livache* au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de *M. Boulenger* relatifs à la *résistance des cuirs*.

COMMUNICATION. — *M. le commandant Renard* fait une communication sur *L'Oeuvre du colonel Renard*.

M. le Président, s'associant aux applaudissements répétés de l'auditoire, remercie vivement *M. le commandant Renard* de sa très intéressante communication qui sera reproduite au *Bulletin*.

Séance du 9 juin 1905.

Présidence de *M. HUET*, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. Chubert, 5, rue du Vertbois, demande des annuités de brevets pour diverses inventions (*Arts économiques*.)

Le Syndicat des fabricants de savon de Marseille, *MM. Gouin, Jacotin et Binoche*, et *F. Eydoux*, fabricants de savon, remercient la Société d'Encouragement des secours accordés à des ouvriers de l'industrie savonnaire, et prélevés sur les ressources de la fondation Legrand.

M. Bouvet, rue de la Placette, à Beaucaire, présente une horloge perpétuelle. (*Arts mécaniques*.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 838 du présent *Bulletin*, parmi lesquels il signale tout particulièrement le très important ouvrage sur les mines de Westphalie, généreusement offert par son éditeur, *M. J. Springer*.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale les nouveautés suivantes parues dans les périodiques de la dernière quinzaine :

MESSIEURS,

Je vous ai souvent entretenus des progrès incessants de la machine à vapeur et principalement des progrès réalisés dans l'économie de sa dépense par l'emploi de pressions et de surchauffes de plus en plus élevées. Je suis heureux de pouvoir vous faire

connaître aujourd'hui, dans le but de fixer vos idées sur l'étendue actuelle de ce dernier progrès, quelques chiffres d'essais exécutés récemment sur une machine compound à vapeur surchauffée d'environ 450 chevaux, marchant à 100 tours par minute, et qui sont des plus remarquables.

Cette machine est verticale, à deux cylindres de 530 et 915 × 910 millimètres de course, sans enveloppes, avec distribution, à chaque cylindre, par quatre tiroirs cylindriques, à déclics pour ceux de l'admission; les tiroirs d'admission du petit cylindre étaient soumis au régulateur et ceux du grand réglables à la main. La surchauffe est donnée par un surchauffeur indépendant de Schmidt, de 96 mètres carrés, avec grille de 1^m²,05. La vapeur arrivait du surchauffeur à la machine par une tuyauterie de 73 mètres de long, soigneusement isolée, en partie en plein air, et présentant une surface intérieure de 53 mètres. Le condenseur est à injection avec pompe à air sans clapets de pied du type Edwards. Pression de la vapeur à l'admission, 8 kilogrammes.

La machine a sa distribution établie de manière à pouvoir supporter de la vapeur surchauffée à la température de 370°, ce qui peut se faire avec les tiroirs cylindriques, alors que les robinets Corliss et leur dérivés ne peuvent guère supporter plus de 260°; ces tiroirs-pistons sont presque aussi légers que les soupapes, et très faciles à équilibrer pendant toute leur course.

Pendant les essais, la pression, aux chaudières, a varié de 8 kilogrammes, à 8^{kil},9; la surchauffe, à la sortie de la chaudière, a varié de 225 à 210° et celle à l'admission du petit cylindre de 140 à 120°; la puissance indiquée a varié de 145 à 481 chevaux. Le rendement thermique a varié de 21 à 22 p. 100; la dépense de vapeur surchauffée a varié de 3^{kil},9 à 4^{kil},2 équivalent à 4^{kil},5 et 4^{kil},9 de vapeur saturée, d'après les poids recueillis aux essais dans un condenseur à surface approprié. Ce sont des chiffres extrêmement bas et remarquablement constants, dans des circonstances de marche très variées. J'insiste notamment sur la dépense de 3^{kil},9 seulement de vapeur surchauffée de 110° à l'entrée des cylindres, avec une puissance indiquée de 146 chevaux, et qui n'a jamais, à ma connaissance du moins, été atteinte, même par des machines à triple expansion bien plus puissantes et plus compliquées que cette compound à deux cylindres.

La chute de température de la vapeur, dans la longue tuyauterie de 73 mètres, a varié de 40 à 55°, suivant les circonstances atmosphériques, et si l'on ajoute à cette petite perte celle, au moins double, par le rayonnement des maçonneries du surchauffeur, on voit qu'il conviendrait, pour se rendre compte de l'économie thermique totale du système, de majorer d'environ 10 p. 100 les dépenses de vapeur ramenée à la saturation, ce qui les ramènerait à une moyenne de 5 kilogrammes, encore extrêmement remarquable, de sorte que cette machine ne dépenserait guère, avec une bonne chaudière et des réchauffeurs à alimentation appropriés, plus de 450 grammes de charbon par cheval indiqué.

Cette machine, construite par MM. Cole, Marchent et Morley, de Bradford, marche depuis un an sans aucun accident et sans apparence d'usure des tubes du surchauffeur; elle a été essayée par M. Longridge dans des conditions d'impartialité et de compétence qui rendent les résultats de ces essais des plus certains, et j'engagerai vivement ceux d'entre vous qui s'intéressent spécialement à cette question de la surchauffe à les étudier en détail dans le rapport même de M. Longridge, publié par l'*Engineer* du 2 juin dernier.

Vous êtes bien au courant, Messieurs, du développement incessant et si actif des

moteurs à gaz, et surtout de leurs gazogènes (1), dont les applications se multiplient et se diversifient sans cesse d'une façon véritablement universelle. Les États-Unis, encore en retard pour tout ce qui touche aux moteurs à gaz et à pétrole, semblent aujourd'hui bien décidés à rattraper le temps perdu, et je n'en citerai, comme preuve, en dehors de quelques installations des plus remarquables, comme celles de Nacozari (2) des forges de Lakawanna (3), de 2000 chevaux à la Mining and Smelting Co de Velardena, que la note concise, mais des plus intéressantes, que M. S. Wyer vient de publier, dans le dernier *Bulletin* de l'*American Institute of Mining Engineers* de mai, sur les avantages des gazogènes moteurs.

Par eux, le problème de la fumivorité se trouve évidemment résolu d'une façon radicale, avec l'économie notable des grandes cheminées. La main-d'œuvre, dans bien des cas la même que pour une chaudière, peut, dans certains cas, être réduite de moitié; tel est le cas d'une station de pompes à incendie munie d'un gazomètre suffisant pour alimenter la machine qui fournit l'eau sous pression à la distribution pendant une demi-heure ou trois quarts d'heure, durée suffisante pour donner, au mécanicien éveillé par une sonnerie, le temps de mettre en train les gazogènes en sommeil sans la nécessité d'avoir ce mécanicien veillant toute la nuit aux chaudières (4). Les dépenses d'établissement et d'entretien sont sensiblement les mêmes que pour la vapeur, mais on peut, avec les gazogènes, employer des combustibles moins chers. Au repos temporaire, le gazogène perd, par son rayonnement, bien moins que la chaudière, et il se remet en train très vite: en général, en un quart d'heure. Son arrêt se fait automatiquement, par la simple fermeture d'une valve. Son rendement thermique est voisin de 80 p. 100. Son alimentation, toujours facile, peut se faire automatiquement. Sa dépense de combustible varie, suivant la nature de ce combustible, de 60 à 100 kilogrammes par mètre carré de grille et par heure, et l'on n'a guère intérêt à la pousser. Le tisonnage peut être réduit au minimum par l'emploi des jets de vapeur et du brassage mécanique avec les combustibles bitumineux, emploi qui permet de supprimer presque le tisonnage à la main, toujours pénible.

La puissance calorifique du gaz varie de 1 100 à 1 300 calories par mètre cube; la dépense par cheval-heure est voisine de 0^{kil},45 de charbon et de 0^{kil},9 de bois, avec du gaz renfermant environ 80 p. 100 de la puissance calorifique du combustible.

Le gazomètre procure un moyen des plus précieux d'emmagasiner de l'énergie toujours immédiatement disponible, et ne se dégradant pas au repos, comme celle d'une chaudière éteinte. La dépense d'eau est insignifiante, considération capitale dans certaines régions minières montagneuses ou désertiques. Le gaz peut servir aussi bien au chauffage et à l'éclairage; il se prête merveilleusement au transport et à la distribution de la force motrice sur des étendues considérables.

Les gazogènes, sous les formes les plus diverses, s'adaptent à toutes les applications et semblent devoir s'appliquer bientôt aux navires de grande importance.

Cette dernière application, dont je vous ai déjà parlé (5), ne tardera pas sans doute à sortir du champ de l'hypothèse, grâce, en particulier, aux recherches patientes et

(1) *Bulletin* de mars 1905, p. 329.

(2) *Revue de mécanique*, novembre 1904, p. 487.

(3) *Revue de mécanique*, mars 1905, p. 277 et 286.

(4) *Revue de mécanique*, mai 1905, p. 467.

(5) *Bulletin* de mars 1905, p. 333 et 345 et *Revue de mécanique*, novembre 1904 et mai 1905, p. 488 et 475.

ingénieuses de M. Capitaine, dont M. Thornycroft construit actuellement un moteur marin à gazogène de 600 chevaux effectifs, qui ne tardera pas à fournir, sur cette question, des données très intéressantes (1).

J'attirerai aujourd'hui, en matière de chemins de fer, votre attention sur un genre particulier de locomotives de très faible puissance, mais, néanmoins, susceptibles de rendre, dans certains cas, de très utiles services : les locomotives à gazoline ou à pétrole, qui commencent à se répandre en Angleterre et en Allemagne.

Elles ont leur place tout indiquée dans les cas où il s'agit de remorquer de faibles charges occasionnellement, et dont la manutention ne justifierait pas l'emploi d'une locomotive à vapeur constamment sous pression, avec un mécanicien spécialement attaché tout le temps à son service ; il rentre, dans ce cas, nombre d'exploitations de carrières et de forêts. Ces locomotives peuvent aussi rendre service dans les manœuvres de gare des chemins de fer à voie étroite. Tel est le cas de la locomotive construite par la compagnie des automobiles Wolseley, pour le service des gares à voie de 0^m,85, et dont la puissance est de 20 chevaux. Son moteur à gazoline, à deux cylindres de 150 × 180 de course, marche à 600 tours et commande, par des transmissions appropriées, deux essieux accouplés à roues de 460 millimètres. Ce mécanisme de commande, par deux chaînes avec embrayages à friction et changement de marche, permet de marcher à 5 et 13 kilomètres dans les deux sens. Le refroidissement des cylindres est effectué par une circulation d'eau prise par une pompe à un grand réservoir disposé de manière à donner, comme vous le voyez, à cette petite machine, l'aspect d'une locomotive à vapeur. La cheminée reçoit, ici, l'échappement des gaz brûlés, et cet échappement maintient autour de la machine un courant d'air de refroidissement. L'approvisionnement de gazoline est de 45 litres, suffisant pour une marche de 10 heures. Le poids total, en charge, est de 2^t,5.

La seconde des locomotives à gazoline anglaises que je vous indiquerai ce soir est plus puissante : de 80 chevaux, à 450 tours de son moteur à 3 cylindres de 230 × 230, et présente, comme vous le voyez, l'aspect bien connu des locomotives électriques que vous voyez circuler sur le chemin de fer d'Orléans. La mise en train de la machine principale est faite par un petit moteur auxiliaire de 8 chevaux. Cette locomotive a été construite par la Maudsley Motor Co, de Coventry, pour desservir un petit embranchement reliant la ligne du London Brighton au marché à viandes de Depfort. Elle peut remorquer des trains de 50 tonnes en rampes modérées. Le refroidissement se fait par de l'eau refroidie dans un radiateur tubulaire à ventilateur, comme on en rencontre souvent sur les automobiles. Le poids en charge est de 14 tonnes. Cette locomotive circule avec la plus grande sécurité dans les rues de la ville, et a donné des résultats économiques très satisfaisants. On en construit, de ce type, jusqu'à 200 chevaux.

En Allemagne, ces locomotives à gazoline commencent aussi à se répandre ; il me suffira de vous dire que l'une des principales usines de construction d'Allemagne, la Gasmotoren Fabrik de Deutz, en a déjà livré près de 200, mais de faible puissance, ne dépassant guère une douzaine de chevaux, pour des exploitations de carrières et de forêts, comme vous le voyez par la projection que je fais passer devant vous.

L'idée de ces locomotives n'est pas nouvelle, elle est même bien antérieure aux développements de l'automobilisme actuel, dont elle semblerait, *a priori*, la consé-

(1) *Revue de mécanique*, mai 1905, p. 477.

quence, et les mécanismes qu'on y rencontre n'ont rien qui puisse étonner les ingénieurs au courant de l'automobilisme ; j'ai cru néanmoins devoir vous les signaler en raison de l'intérêt qu'elles pourraient présenter, en elles-mêmes, et pour des constructeurs à la recherche de débouchés nouveaux. Il est certain que ces locomotives répondent à des besoins déjà nombreux, et qui ne feront que se multiplier à mesure que le progrès de leur construction rendra leur marche plus économique encore, et plus simple, à la portée de tout homme intelligent.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — Est nommé membre de la Société d'Encouragement :

M. Bonneville, fabricant de couleurs et vernis, 27, rue du Landy, présenté par *MM. Livache et Collignon*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Est lu et approuvé le rapport présenté par *M. A. Moreau*, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *Ruberoïd*.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications de :

M. Molas, sur une *chaudière domestique à combustion équilibrée*.

M. E. Prudhomme, sur le *Cocotier et ses applications industrielles*.

M. le Président remercie *MM. Molas et Prudhomme* de leurs intéressantes communications, qui sont renvoyées aux Comités des Constructions et d'Agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

Développement de l'industrie houillère en Westphalie et dans le Bas-Rhin, dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19 Jahrhunderts (1), 12 volumes avec de nombreuses figures dans le texte, et tableaux lithographiques (n^{os} 12846 à 12856 de notre bibliothèque).

Nous ne connaissons pas d'ouvrage sur l'industrie houillère qui puisse être comparé à celui-ci, et nous devons exprimer tous nos remerciements à la maison Julius Springer de Berlin, dont le nom est d'ailleurs connu dans le monde entier pour ses publications techniques, dont un certain nombre représentent ce qui a été écrit de mieux sur le sujet traité; nous lui exprimons, dis-je, tous nos remerciements pour nous avoir adressé un exemplaire d'hommage.

La publication de cette œuvre a été poursuivie en coopération, à la suite de la si intéressante exposition de Düsseldorf de 1902, par la Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, la Westfälische Berggewerkschaftskasse et le Rheinisch-Westfälische Kohlensyndikat. L'œuvre ainsi réalisée en commun est mieux qu'un rapport officiel. Les études sur les différents sujets successifs sont dus aux spécialistes les plus autorisés, et elles sont accompagnées des bibliographies les plus complètes.

Nous exposerons ici le résumé des douze volumes, à l'exception du huitième qui n'est pas encore paru. Une préface générale doit donner ultérieurement, sur l'histoire de la publication même, des détails qui présenteront un vif attrait.

Livre I : Géologie. — La première partie est traitée par le docteur Cremer et le docteur Hans Mentzel, qui font la description géologique complète des bassins houillers de la Ruhr et des environs d'Osnabrück.

Les différentes formations géologiques sont soigneusement étudiées, avec des considérations sur la paléontologie, la minéralogie, le régime des eaux, les dégagements grisouteux, etc. La formation et la composition de la houille fait l'objet d'un chapitre spécial par le professeur-docteur Broockmann.

Un index bibliographique, placé à la fin de la première partie, indique toutes les publications intéressant la minéralogie et la géologie du district depuis 1806 jusqu'en 1903.

Dans la deuxième partie, le docteur Lenz passe en revue l'histoire et le développement de la géométrie souterraine.

Livre II : Exploitation. — MM. les ingénieurs Trainer et Wolff exposent la situation et l'importance des puits, les méthodes d'exploitation anciennes et modernes. La

(1) Le prix est de 200 francs. Les onze volumes parus comportent 4 800 pages, 2 000 figures dans le texte et 140 de tables.

production du bassin de la Ruhr est passée de 1 million et demi de tonnes en 1850, à 60 millions en 1900. Une trentaine de pages de tableaux donnent la statistique des méthodes d'exploitation employées en 1898 dans les différentes mines du district de Dortmund. Les dix principales méthodes d'abatage sont exposées avec de nombreux plans et graphiques. On trouve également des considérations intéressantes sur les méthodes de remblayage.

Livre III : Galeries et Puits. — M. l'ingénieur Schulz-Briesen expose brièvement l'exploitation par galeries, qui fut la première en date, et l'ingénieur L. Hoffmann expose magistralement la question des puits.

Le nombre total des puits est de 478; ne sont pas comptés dans ce chiffre les puits d'aération ou de descente qui ont moins de 1^m,5 de diamètre. La profondeur moyenne est de 128 mètres. Dans le puits le plus profond, qui atteint 774 mètres, le charbon est à 453 mètres.

L'accroissement du nombre de puits a été de 67 p. 100 dans la période comprise entre 1885 et 1899. Les différents modes de cuvelage, de fonçage, de forage, etc., sont décrits en détail, ainsi que les travaux de restauration les plus remarquables qui ont été effectués dans cette région. L'ouvrage se termine par une série de tableaux indiquant les différentes caractéristiques de tous les puits du bassin de la Ruhr au 1^{er} janvier 1900.

Livre IV : Abatage. Épuisement des eaux. — M. l'ingénieur Wolff décrit les différents modes de travail manuels et mécaniques. Parmi les perforatrices électriques, seules celles de Siemens et Halske et de la Union Gesellschaft semblent employées. M. l'ingénieur Wilh. Müller expose la question de l'épuisement de l'eau, qui est beaucoup plus dispendieuse dans le bassin de la Ruhr que dans les houillères de la Saar ou d'Angleterre.

En 1899, on a pompé en moyenne 3^m3,08 d'eau par tonne de houille extraite, soit 322^m3,51 par minute.

L'auteur décrit successivement les différents moyens employés pour mettre les mines à l'abri de l'envahissement par les nappes souterraines : digues, pompes à vapeur, au jour ou dans la mine; appareils hydrauliques de Herbst, de Kasselowsky-Prött, de Haniel et Lueg; pompes électriques; et il termine par des considérations sur l'économie de ces différents systèmes.

Livre V : Roulage et transport au jour. — Ce livre est écrit par M. Wilh. Müller, à l'exception de la section des moteurs, due à M. Oldenburger.

Le matériel roulant et le roulage au fond de la mine sont traités en détail, ainsi que les différents modes de traction et leur prix de revient. Le transport au jour comprend des considérations techniques et économiques sur les différents câbles, sur les cages, les guidages, les parachutes les plus employés : système Fontaine White et Grant, Leusing, Gerlach et Boineke, Hohmann, Hypernie, Münzer, sur les signaux, les chevalements, etc. Des considérations intéressantes sont données sur les coûts du service de certains puits et le temps nécessaire pour le transport au jour.

Les moteurs d'extraction sont traités en détail, ainsi que la traction sur le carreau de la mine au moyen de chaînes et câbles. Le volume se termine par des considérations sur les locomotives électriques et à gazoline, ainsi que sur les transporteurs.

Livre VI : Ventilation. — M. le professeur-docteur Broockmann et M. Kethe traitent d'abord la question d'atmosphère des mines, avec de nombreux détails sur le grisou et la température des mines. M. l'ingénieur Stein traite de la quantité d'air frais fourni

aux différents puits, de la dépression, du tirage naturel et artificiel, avec des considérations sur les différents systèmes de ventilateurs.

Notons ici que le laboratoire de Bochum fait chaque année plus de 5 000 analyses d'air de mines. Le volume en renferme de nombreux exemples, ainsi que la description des différents grisoumètres, et l'exposé des coups de grisou les plus importants.

M. Kethe traite de la température dans les mines.

Volume VII : **Arrosage, incendies, sauvetage, éclairage, explosifs.** — M. Stein traite les moyens d'empêcher la poussière. M. Herbst traite des incendies ; moyens préventifs, moyens de combat, exposé des principaux cas, réglementations à ce sujet. C'est M. Herbst aussi qui expose les moyens et appareils généraux ou particuliers de sauvetage ; les questions d'éclairage, avec un historique intéressant ; les différents systèmes de lampes de sûreté.

M. le professeur Heise traite la question des explosifs, en collaboration avec l'ingénieur Beyling.

Une dernière partie est consacrée aux essais spéciaux aux mines. Le dispositif d'installations, tel qu'il existe à Bismarck en Westphalie, est décrit soigneusement, ainsi que la marche des différents essais pour les explosifs, pour l'allumage des mines et pour les lampes de sûreté.

Volumes X, XI et XII : **Développement économique.** — Ces trois volumes sont dus à l'ingénieur des mines Krentz. Les sujets traités sont ici plus spéciaux :

X : Administration générale, inspection gouvernementale, questions de trafics, transports par routes et par canaux, par chemins de fer, tarifs, frets, productions de chaque mine, prix des différents produits depuis 1850, compagnies houillères.

XI : Questions commerciales, associations et syndicats, statuts.

Donnons ici quelques détails sur les trois associations qui ont coopéré à la publication de ce magnifique travail.

La Berggewerkschaftskasse est la plus ancienne. Elle remonte au siècle dernier. Le développement de ses statuts depuis 1850 est exposé dans ce volume.

La Verein für Bergbauliche Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund date de 1858 ; son siège est à Essen, et son directeur est le maître mineur Engel. Quelques-unes de ses mines relèvent du bureau d'inspection de Bonn. L'un des buts principaux qu'elle poursuit est l'abaissement des tarifs des chemins de fer. Elle se montre aussi l'un des avocats les plus chaleureux du projet de canal du Rhin à l'Elbe.

Le Rheinische-Westfälische Kohlen-Syndicat a été fondé en 1893 ; il représente le plus puissant des trusts, et ses conventions, passées en 1903, durent jusqu'en 1913.

XII : Développement régional des établissements métallurgiques et des banques. Conditions sociales ; état des ouvriers ; rapports entre les ouvriers et les patrons ; institutions de bienfaisance ; historique des grèves ; écoles.

Ici, comme partout ailleurs, c'est l'ouvrier habile qui gagne le plus ; en 1900, son salaire moyen a été de 2 000 francs, contre 1 375 francs, moyenne des ouvriers ordinaires. La proportion des accidents semble diminuer.

Le mal des mineurs dû à l'ankylostomie augmente ; peut-être cette augmentation est-elle due simplement à ce que les cas sont notés plus soigneusement.

Ce bref exposé de ce que renferment les onze volumes publiés à ce jour ne dispense pas les spécialistes d'étudier l'œuvre tout entière, car elle donne le développement, sous toutes les faces, de l'industrie houillère au cours des 50 dernières années. Cet exposé est d'autant plus précieux et plus instructif qu'il rend compte des essais infruc-

tueux ou des erreurs commises. Il est d'autant plus utile au point de vue technique qu'il donne la comparaison des divers dispositifs mécaniques, avec les motifs qui ont fait choisir tel de ces dispositifs pour telle installation.

Presidential address, et Experiments relating to the effect on mechanical and other properties of iron and its alloys produced by liquid air temperatures, de R. A. HADFIELD. (Iron and Steel Institute.) Périodique 157.

M. R. A. Hadfield a succédé, cette année, à M. Andrew Carnegie comme président de l'Iron and Steel Institute. Son discours d'ouverture a été particulièrement important. Après un tribut d'hommage aux présidents qui se sont succédé depuis la fondation de la Société en 1869, et qui furent successivement le duc de Devonshire de la famille des Cavendish, Bessemer, Bell, Menelaus, Siemens, Williams, Smith, Samuelson, Percy, Adamson, Kitson, Abel, Richards, Dak, Martin, Roberts-Austen, Whitwell et Carnegie, il a donné un historique de la métallurgie, d'autant plus intéressant qu'il l'a accompagné d'un grand nombre de portraits des plus célèbres métallurgistes, un historique de l'Institut et un exposé des services qu'il peut rendre; enfin un exposé de l'état actuel des différentes industries métallurgiques, exposé accompagné de diagrammes des diverses productions.

Le second jour, le nouveau président lut un mémoire non moins important sur l'effet que le refroidissement par l'air liquide peut produire sur le fer et sur ses alliages. Ce mémoire donne les résultats de très nombreux essais, et ses conclusions, fort intéressantes, se retrouveront dans la partie métallurgique du *Bulletin*.

Procédés métallurgiques et Étude des métaux, par M. H. LE VERRIER (n° 12831 de notre bibliothèque). Paris, Gauthier-Villars.

Le savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers a donné, à l'Encyclopédie industrielle de M. C. Lechalas, un volume de métallurgie générale. Il fait suite aux procédés de chauffage et doit être suivi de l'Étude technique de la chaleur. Les questions traitées sont :

- I. MINÉRAIS. Leur échantillonnage, leur préparation mécanique, leur agglomération.
Séchage, calcination, grillage. Étude des fours avec ou sans foyers spéciaux.
Opérations extractives. Traitement par voie sèche et par voie humide. Procédés électriques. Étude des fours à cuves, fours à réverbère, fours à creuset.
Fusion et affinage.
Thermochimie.
Installations accessoires. Souffleries et conduites. Condensation des poussières. Transporteurs et convoyeurs.
- II. MÉTAUX.
Essais mécaniques : de traction, au choc, divers.
Action de la chaleur.
Métallographie.
Alliages.

Dictionnaire technolexique de la Société des Ingénieurs allemands. — Le rapport succinct sur l'état des travaux en juin 1905 expose qu'environ 2000 firmes et collaborateurs individuels du pays et de l'étranger travaillent actuellement à ce dictionnaire technique général de traduction (en trois langues : français, allemand, anglais), commencé en 1901.

Il a été rassemblé jusqu'ici 2 700 000 fiches, auxquelles viendront encore s'ajouter les centaines de mille fiches à provenir des contributions originales qui n'ont pas encore été mises en œuvre. Les contributions ont été réclamées depuis Pâques 1904, et sont déjà parvenues pour la plus grande partie (jusqu'en juin 1905 : 1 480 carnets en tout).

Le rédacteur en chef fournira volontiers tous les autres renseignements que l'on voudra bien lui demander. Adresse : Technolexique, docteur Hubert Jansen, Berlin (NW. 7), Dorotheenstrasse 49.

Il serait bien utile que les mots de ce dictionnaire qui se rapportent à des pièces mécaniques fussent accompagnés d'une figure, si réduite fût-elle.

Le Bois, par J. BEAVERIE (nos 17 832 et 17 833 de notre bibliothèque). Paris, Gauthier-Villars.

Cet ouvrage fait partie de l'Encyclopédie industrielle Lechalas. Il étudie le bois, considéré surtout avant sa mise en œuvre. Il est présenté au public par M. Daubrée, le directeur général des Eaux et Forêts, dans une préface dont nous donnons ici les points principaux :

Ce n'est pas une étude sans actualité que celle que M. Beauverie a entreprise sur le bois. Cette étude exigeait, indépendamment du savoir, beaucoup de méthode et de discernement. Le sujet à traiter est tellement vaste, les données à recueillir sont si nombreuses, qu'un classement rigoureux était indispensable pour que l'ouvrage constituât un précieux auxiliaire, que l'on a sur sa table de travail, et que l'on consulte fréquemment sans être, chaque fois, obligé à se livrer à de longues recherches. D'un autre côté, la question du bois touche à beaucoup d'autres qu'il fallait se borner à effleurer directement, sans avoir la prétention de les traiter à fond, ce qui aurait conduit à écrire un traité complet d'économie forestière. L'auteur a su éviter cet écueil. Il n'a consacré que quelques pages aux méthodes culturales et aux exploitations forestières. Mais en revanche, il a donné les plus grands détails sur la constitution anatomique, les propriétés chimiques et physiques des bois, les altérations qu'ils peuvent subir, les défauts qui les affectent, les procédés de conservation. Il n'existe certainement aucun ouvrage de langue française où ces questions si importantes et si complexes soient traitées avec une telle ampleur.

En dépit de ce que pensent les esprits superficiels, le bois continue à remplir un rôle de première importance dans la vie de l'humanité. Sans doute, certains de ses emplois sont irrémédiablement abolis. Les arcs en bois d'if, qui arrêtaient la fougue de la chevalerie féodale à Crécy et à Poitiers, sont depuis longtemps déposés dans les musées; les belles escadres de bois, qui, pendant plus de deux mille ans, de Salamine à Sébastopol, virent s'accomplir tant d'actes d'héroïsme, ne sont plus qu'un souvenir historique; le fer et l'acier se dressent en charpentes qui se profilent sur le ciel comme de légères dentelles.

Mais la seule fabrication des crosses de fusil des immenses armées modernes absorbe beaucoup plus de bois que n'en exigeait celle des armes d'autrefois. Si nous descendons dans les houillères de l'ancien et du nouveau monde, d'où le travail d'un million de mineurs fait

sortir chaque année 800 millions de tonnes de charbon, nous voyons s'allonger, à toutes les profondeurs, d'interminables galeries soutenues par des étais en bois. Songeons que les chemins de fer, actuellement en exploitation sur le globe ont en service un milliard de traverses, dont la durée moyenne ne dépasse pas dix ou quinze ans. Dans notre fierté de pouvoir transporter au loin notre pensée et notre parole par le télégraphe ou le téléphone, n'oublions pas que les fils sont supportés par des poteaux en bois. Nos grandes villes substituent de plus en plus le pavage en bois au macadam, aux blocs de grès ou à l'asphalte. Enfin, pour nous borner à quelques exemples, le prodigieux développement de la presse à bon marché n'est devenu possible que grâce à la fabrication du papier de bois.

Les fours électriques et leurs applications industrielles, par M. JEAN ESCARD (n° 12 863 de notre bibliothèque). Paris, V^{re} Ch. Dunod.

Le four électrique a déjà toute une littérature. M. Jean Escard lui apporte une nouvelle contribution par ce gros volume. Dans sa préface, M. Henri Moissan dit qu'il est convaincu que l'ouvrage rendra de grands services aux savants et aux industriels. Aujourd'hui, remarque-t-il, nous utilisons l'eau du fleuve ou du torrent; demain, qui sait si nous ne pourrions pas utiliser la force des marées ou la chaleur solaire. Le progrès appelle le progrès. Les premiers essais ne sont encore qu'à leurs débuts. N'oublions pas que la pile à colonne de Volta nous a conduits à la puissante dynamo de 5 000 chevaux. Aussi est-il indispensable de fixer les essais tentés. C'est ce qu'a fait M. Escard, qui a patiemment réuni les documents qui touchent à l'utilisation de la chaleur produite par les courants électriques.

Après une étude de l'arc voltaïque et des fours électriques, tant de laboratoire qu'industriels, il expose la reproduction du diamant et du graphite, la préparation des carbures métalliques, celle du carbure de calcium, la fabrication des métaux : aluminium et ses alliages, fers et aciers, silicium, la fabrication de composés spéciaux : alumine, borures, glucine, phosphore, sulfure de carbone, baryte, cyanate, nitrates, enfin l'application du four électrique au chauffage et à la soudure.

Éléments de construction moderne, par G. FRANCHE (n° 12 862 de notre bibliothèque). Paris, V^{re} Ch. Dunod.

Les ouvrages de M. G. Franche se recommandent par leur côté pratique. Mais pourquoi n'ont-ils jamais ni introduction, ni préface. Une préface trop longue est un hors-d'œuvre, mais une préface de quelques lignes, éclairant le lecteur sur l'objet de l'ouvrage, son but, son caractère, est toujours utile.

Les éléments de construction moderne traitent dans une première partie des habitations à bon marché. Un chapitre très intéressant donne des monographies d'habitations bâties. La seconde partie est consacrée aux éléments, dessins et matériaux. Une troisième partie à l'emploi des matériaux : maçonnerie, charpente, couverture, serrurerie, quincaillerie, menuiserie, peinture, plomberie.

Le volume comprend une collection des documents administratifs concernant les habitations à bon marché.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN 1905

- SCHILLING (JOHANNES). — **Das Vorkommen der seltenen Erden im Mineralreiche.** 300×225, VIII-115 pages. R. Oldenbourg, München, 1904. **12 861.**
- FRANCHE (G.). — **Habitations à bon marché.** Éléments de construction moderne. 210×135, 513 pages, 646 figures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12 862.**
- ESCARD (JEAN). — **Les fours électriques et leurs applications industrielles.** 255×165, XIV-535 pages, 221 figures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12 863.**
- MARCHIS (L.). — **Leçons sur le froid industriel.** 250×200, 429-xiii pages, 128 figures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12 864.**
- FORMANEK (J.). — **Spectralanalytischer Nachweis Künstlicher organischer Farbstoffe.** 230×170, x-197 seite, 4 figures, LV Tafeln. Berlin, Julius Springer, 1900. **12 865.**
- STEINBECK CARL (H.). — **Bleichen und Färben der Seide und Halbseide in Strang und Stück.** 235×135, ix-268 seite, 66 figures, 80 Ausfärbungen auf 10 Tafeln. Berlin, Julius Springer, 1895. **12 866.**
- HERZBERG (WILHELM). — **Papierprüfung.** Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier. 2^e Aufl., 235×135, VIII-146 seite, 65 figures, 16 Tafeln Proben. Berlin, Julius Springer, 1902. **12 867.**
- FISCHER (FERDINAND). — **Das Wasser.** Seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung, mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Abwässer und der Flussverunreinigung. 3^e Aufl., 233×135, VIII-480 seite, 42 figures. Berlin, Julius Springer, 1902. **12 868.**
- TREY (J.). — **Anlage, Konstruktion und Einrichtung von Bleicherei- und Färberei-Lokalitäten.** 215×140, v-86 seite, 73 abb. (von der Schweizerischen Gesellschaft für chemische Industrie preisgekürzte Arbeit). Berlin, Julius Springer, 1889. **12 869.**
- SÜVERN (CARL). — **Die Künstliche Seide.** Ihre Herstellung, Eigenschaften und Verwendung. Unter besonderer Berücksichtigung der Patent-Litteratur. 220×145, VII-129 seite, 25 figures, 2 musterbeilagen. Berlin, Julius Springer, 1900. **12 870.**
- GARDNER (PAUL). — **Die Mercerisation der Baumwolle, mit specieller Berücksichtigung der in- und ausländischen Patente.** 220×145, 148 seite, 57 figures. Berlin, Julius Springer, 1898. **12 871.**
- MASSOT (WILHELM). — **Kurze Anleitung zur Appretur-Analyse.** 215×140, VIII-95 seite, 2 figures. Berlin, Julius Springer, 1900. **12 872.**
- MÜLLER (A.). — **Die qualitative und quantitative Bestimmung des Holzschliffes im Papier.** 215×135, 67 seite. Berlin, Julius Springer, 1887. **12 873.**
- COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — *Procès-verbaux des séances.* 2^e série, tome III. Session de 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **Pér. 209.**
- ROYAL DUBLIN SOCIETY. *Scientific proceedings.* Vol. X (N. S.). Part. 2. Dublin, 1904. **Pér. 18 s. p.**
- ROYAL DUBLIN SOCIETY. — *Economic proceedings.* Vol. I, part. 5. Dublin, 1904. **Pér. 18 c. p.**
- ROYAL DUBLIN SOCIETY. — *Scientific transactions.* Série II, vol. VIII. **Pér. 18 t.**
- COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI (FRANÇAIS). — **Matériel et traction.** Exposition de Liège, 1905. Notices sur le matériel exposé. Locomotive 4012. Wagon-tombereau. Lille, 1905.
- Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19 Jahrhunderts.** Herausgegeben vom Verein für die bergbau-

lischen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund, in gemeinschaft mit der Westfälischen Kohlensyndikat. 275×490, 12 volumes.

Volume I: **Geologie, Markscheidevesen**; viii-315 pages, 33 figures dans le texte et 18 planches.

Volume II: **Ausrichtung, Vorrichtung, Abbau, Grubenausbau**; x-378 pages, avec 141 figures et 18 planches.

Volume III: **Stollen, Schachte**; x-580 pages, avec 374 figures et 8 planches.

Volume IV: **Gewinnungsarbeiten, Wasserhaltung**; viii-374 pages, avec 192 figures et 18 planches.

Volume V: **Forderung**; x-516 pages, avec 360 figures et 9 planches.

Volume VI: **Wetterwirtschaft**; x-587 pages avec 225 figures, 25 planches.

Volume VII. — **Berieselung, Grubenbrand, Rettungswesen, Beleuchtung, Sprengstoffwesen, Versuchstrecke, Aufbereitung, Kokerei, Gewinnung der Nebenprodukte, Brikettfabrikation**; viii-517 pages avec 363 figures et 3 planches.

Volume IX: **Ziegeleibetrieb**; xii-711 pages avec 337 figures et 19 planches.

Volumes X, XI, XII: **Wirtschaftliche Entwicklung**. I^{re} partie, vi-298 pages avec 14 planches; II^e partie, vi-347 pages avec 3 planches; III^e partie, vi-371 pages avec 3 planches.

Berlin, Julius Springer, 1902-1903. Prix de la série complète des 12 volumes: 160 marks.

12 846 à 12 856.

ERDMANN (H.) UND KÖTHNER (P.). — **Naturkonstanten in alphabetischer Anordnung**. 235×150, ii-192 p. Berlin, Julius Springer, 1903. **12 844.**

PIONCHON (L.). — **Leçons d'électricité industrielle**. Tome II, 2^e fascicule, pp. 279-771 et fig. 307-327. **12 845.**

GRANDERYE (L.-M.). — **L'industrie de l'or**. (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté.) 158 pages. Paris, Gauthier-Villars. **12 857.**

NICOLARDOT (P.). — **Le vanadium**. (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté.) 180 pages. Paris, Gauthier-Villars. **12 858.**

COUTURAT (L.). — **L'algèbre de la logique** (*Scientia*, n° 24). 200×130, 100 pages. Paris, Gauthier-Villars. **12 859.**

BIGOURDAN (G.). — **Les éclipses de soleil**. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses... 225×140, 167 pages, 39 figures. Paris, Gauthier-Villars, 1903. **12 860.**

HADFIELD (R. A.). — Presidential Address. *Iron and Steel Institute*, may 1903. **Pér. 157.**

HADFIELD (R. A.). — **Experiments relating to the effect on mechanical and other properties of iron and its alloys produced by liquid air temperatures**. *Iron and Steel Institute*, may 1903. **Pér. 157.**

Société technique de l'industrie du gaz en France. Trois jours à l'exposition internationale du gaz, 1904, à Londres. Rapport par M. J. PAYET.

BEL (J.). — **Relations commerciales entre la France et le Canada** (ex Bulletin du Comité du Commerce extérieur, nov. 1904, pages 8 à 82, 1 carte).

Jahresbericht ueber die Leistungen der chemischen Technologie für das Jahr 1904. 4 Jahrgang. 2 Abtheilung; Organischer Theil. **Pér. 216.**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS: Minutes of Proceedings, vol. CLIX. **Pér. 189.**

New-York state Department of labor. Twenty-first annual report of the bureau of labor statistics, for 1903. Albany, 1904. **Pér. 128.**

Ministero di agricoltura, industria e commercio. Direzione generale della statistica. Statistica industriale. Riassunto delle notizie sulle condizioni industriali del regno. Parte II. Roma, 1903. **Pér. 258.**

Union nationale des Sociétés photographiques de France. Session de Chambéry, 1902. Session du Havre, 1903. Comptes rendus, par M. S. PECTOR, secrétaire général de l'Union. Paris, Gauthier-Villars, 1902 et 1903. **Pér. 282.**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Mai au 15 Juin 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colorantes.
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining Engineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens élèves des écoles des arts et métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	

AGRICULTURE

Assainissement agricole des terrains salés.
Rizières de la Camargue. *Ap.*
1^{er} Juin, 710.

Abreuvoirs et mares. *Ap.* 1^{er} Juin, 702.

Bétail. Phosphate de chaux et son alimentation. *Ap.* 1^{er} Juin, 694.

— Maladie des chiens (Carré). *CR.* 29 Mai, 1489. Des os et l'alimentation phosphatée (Grandeau). *Ap.* 8 Juin, 726.

— Au concours général. *SNA.* Avril, 306.

— A l'Exposition de Saint-Louis (*Id.*), 308.

— Production chevaline sur les marchés américains (Lavalard). *SNA.* Avril, 333.

Campagnols. Nouvelle méthode de destruction. *Ap.* 1^{er} Juin, 708.

Chevaux de trait et demi sang. *Ap.* 8 Juin, 736.

Charrue automotrice Gilbert. *Va.* 20 Mai, 312.

— A vapeur (les) (Rezek) *Zo.* 26 Mai, 317. Nubar. *SNA.* Avril, 301.

— Wagons pour leur transport. *E.* 2 Juin, 338.

Engrais. Action des plantes et des engrais sur le sol. Conservation des bases par le sol (Hall et Miller). *CN.* 26 Mai, 235.

— Observation des terres arables en plaques minces (Delage et Lagache). *CR.* 3 Juin, 1535.

Enseignement agricole en France. *Ap.* 18 Mai, 629.

— A l'étranger. *Ap.* 26 Mai, 669.

Famille agricole (une) dans le Gard. *Ag.* 20 Mai, 776.

Fromages (*Oidium lactis* et maturation des) (A. Berthet). *CR.* 29 Mai, 1475.

Grêle dans les pépinières et les vergers. *Ap.* 18 Mai, 631.

— Tirs (contre la). *SNA.* Avril, 338.

Houe à grand travail. *Ap.* 25 Mai, 674.

Institut international d'Agriculture. Projet. *Ag.* 10 Juin, 887.

Laiterie modèle de Cernay. *Ag.* 10 Juin, 899.

Machines agricoles. Responsabilité des accidents. *Gc.* 27 Mai, 60.

Olivier. Crise de sa culture. *Ap.*, 18 Mai, 644.

Prairies après luzerne. *Ap.* 8 Juin, 727.

Pommes de terre. Soins culturaux. *Ap.* 18 Mai, 632.

Pommes de terre. Culture retardée. *Ap.* 25 Mai, 673.

Pommier. Hygiène générale. *Ap.* 28 Mai, 783.

Sanves (Destruction des). *Ap.* 20 Mai, 788.

Sorgho sucré. *Ap.* 1^{er} Juin, 698.

Vigne. Traitement du black-rot et du mildew. *Ag.* 20 Mai, 771.

— Emploi des sels de cuivre. *Gc.* 27 Mai, 61.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer pan-américain. *Gc.* 27 Mai, 56.

— *Électriques.* Métropolitain de Paris. *EE.* 20 Mai, 247. (Lesourd). *IC.* Mai, 364.

— — (les). *E.* 26 Mai, 660; *Rgc.* Juin, 408.

— — Valteline. *ZOI.* 9 Juin, 345.

— — et à vapeur. *E'* 2 Juin, 552.

— — par courants monophasés. *EE.* 3-9 juin, 336, 370.

Éclairage électrique des trains. *Dynamo* Rosenberg. *Elé.* 3 Juin, 337.

Essieu porteur à déplacement latéral du Chicago-Milwaukee. *Rgc.* Juin, 444.

Freins. Accélérateur Westinghouse. *Rgc.* Juin, 440.

Locomotives du Great-Western (Rous Marten). *E'* 26 Mai, 511.

— Compound à 4 cylindres du Great Northern. *E'* 19 Mai, 503.

— Express 4 couplées du Cambrian. *Rg.* *E.* 26 Mai, 670.

— A l'Exposition de Saint-Louis. *Dp.* 27 Mai, 321; 3 Juin, 337, 353; *VDI.* 27 Mai, 879; 10 Juin, 954.

— de montagne. *ZOI.* 19 Mai, 301.

— (Foyers des). *E'* 19 Mai, 500.

— Oscillations des locomotives (Marié). *CR.* 29 Mai, 1435.

— Tiroirs-pistons pour locomotives. *E'* 19 Mai, 487.

— Fonctionnement des organes de la suspension (Herdner). *Rgc.* Juin, 379.

Signaux en Amérique. *E'* 19 Mai, 487.

Trains rapides. Essais en Allemagne. *Gc.* 3 Juin, 82.

Voiture à bogie du Midland Ry. *E.* 26 Mai, 528.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles.** Omnibus en Angleterre. *Va.* 20 Mai, 328.
 — à pétrole. Mercédès de course. *Va.* 27 Mai, 325.
 — — Hotchkiss. *Va.* 3 Juin, 339.
 — — Gladiator (*Id.*), 344.
 — — Tracteur Brillé, pour l'armée portugaise. *Gc.* 10 Juin, 88.
 — — Refroidisseurs divers. *Ri.* 3-10 Juin, 215, 225.
 — à vapeur. Omnibus Serpollet. *Gc.* 20 Mai, 33.
Électriques. Cabs de Londres. *E'* 2 Juin, 536.
Embrayages (André). *Bam.* Mai, 469.
 — — De Guiche et Gilardoni. *Gc.* 3 Juin, 84.
Motocyclettes diverses. *Dp.* 20-27 Mai, 312, 329; 3-10 Juin, 345, 360.
Locomotives routières (les). (Rezek). *ZOI.* 26 Mai, 317.
Tramways électriques de Londres. *E.* 2 Juin, 720.
 — — Tête de trolley Cadot. *Elé.* 20 Mai, 309.
Vélocipède Peugeot à rétropédalage. *Gc.* 20 Mai, 43.

CHIMIE ET PHYSIQUE

- Acides sulfurique.** Théorie des chambres de plomb de Rascheg (Divers et Lunge). *Ms.* Juin, 429, 433, 436, 444.
 — — Pertes en nitrates dans ces chambres (Ingles). (*Id.*) 451.
 — **Organiques.** Préparation industrielle (Robine et Lenglen). *Rep.* 11 Juin, 217.
 — **Graphitique** (Hyde). *Ms.* Juin, 470.
Aconitine. Nouveau réactif (Alvarez). *CR.* 5 Juin, 1540.
Acoustique. Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3 m. de diamètre (Vielle et Vautier). *CR.* 15 Mai, 1292; *ACP.* Juin, 208.
Amidon. Circonstances influant sur son état physique (Wolff et Fernbach). *CR.* 22 Mai, 1403,
 — coagulé par l'amylcoagulose et amidon de pois. Analogies (Fernbach et Wolff). *CR.* 5 Juin, 1547.
Ammoniac. Synthèse directe (Perman). *Rsl.* 24 Mai, 167.

- Antimoine** (Sulfures d') mélangés à ceux de cuivre et de mercure. Fusibilités (Pelabon). *CR.* 22 Mai, 1389.
Brandy (le). *Cs.* 31 Mai, 556.
Brasserie. Analyse des malts (Ford et Guthrie). *IoB.* Mai, 226. Unification (Jones). *IoB.* Mai, 264.
 — Divers. *Cs.* 31 Mai, 555.
 — La cellule de levure et ses leçons (Smith). *IoB.* Mai, 312.
 — Mécanisme de la fermentation par enzymes (Dawson). *IoB.* Mai, 288.
Calorimètre Thomson. Sa valeur commerciale. *E'* 19 Mai, 487.
 — Junker. *VDI.* 3 Juin, 923.
 — Simmance. Spiller. *RM.* Mai, 470.
Calorimétrie. Observations sur les méthodes et sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques (Berthelot). *CR.* 15 Juin, 1497.
Catalyse. Applications techniques (Hassler). *Ms.* Juin, 467.
Caoutchouc. Divers. *Ms.* Mai, 453-463.
Carbone. Nouvel allotrope et sa chaleur de combustion (Mixer). *American Journal of Science.* Juin, 434.
Chaux et ciments. Additions de matières étrangères au ciment de Portland. Moyen de les déceler (Fresenius). *Le Ciment.* Mai, 69.
 — Adhérences des mortiers au fer. *Le Ciment.* Mai, 72.
Chaleurs latentes et spécifiques (Mac Farlane Gray). *E.* 19 Mai, 2 Juin, 650, 702.
Céramique. Divers. *Cs.* 31 Mai, 547.
Cæsium Ammonium. Action de l'oxygène (Rengade). *CR.* 5 Juin, 1536.
Colloïdes. Conductibilité des dissolutions colloïdales (Duclaux). *CR.* 29 Mai, 1468.
Diamant. Phénomène d'absorption (Walter). *CN.* 26 Mai, 236.
 — (Reproduction du) (Moissan). *ACP.* Juin, 174.
Dissolutions (Théorie des) et leurs applications en chimie (Krafft). *Zac.* 2 Juin, 857.
Dérivés nitrés. Réduction par l'hyposulfite de soude (Aloy et Rabaut). *Sep.* 5 Juin, 654.
Eau oxygénée à l'état naissant. Perborate de soude (Jaubert). *RCP.* 14 Mai, 179.
Empois de fécule. Constitution, saccharification et réduction (Maquenne et Roux). *CR.* 15 Mai, 1303.

- Essences et parfums** de fleurs d'oranger. Fabrication. *Gc.* 10 *Juin*, 93.
- Huiles essentielles et chimie des terpènes. Travaux récents. (Gerber). *Ms.* *Juin*, 417.
 - Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 558.
- Explosifs.** Fabrication à Stowmarket. *E.* 2-9 *Juin*, 712, 571.
- Farine.** Valeur alimentaire des différents pains (Fauvel). *CR.* 22 *Mai*, 1424.
- Fluorescence et absorption** (Burke). *RsL.* 24 *Mai*, 165.
- Gaz à hautes températures.** Dilatation et poids moléculaires (Perot et Jaquerod). *CR.* 5 *Juin*, 1542.
- Graisses et huiles.** Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 551.
- Industrie chimique en Allemagne.** *ZaC.* 2 *Juin*, 353.
- Laboratoire.** Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 561.
- Recherches sur les matières industrielles (Schruber). *ZaC.* 19 *Mai*, 775.
 - Dosage de l'acide titanique dans les minerais (Truchot). *RCP.* 14 *Mai*, 173.
 - — du zinc dans les blendes (Pattenson et Redpath). *Cs.* 15 *Mars*, 228.
 - — et séparation du calcium et du magnésium par solubilité de leurs oxydes dans les dissolutions de chlorure de sodium avec ou sans soude caustique. *ScP.* 5 *Juin*, 631.
 - Eudiomètre Wilson. *CN.* 10 *Juin*, 264.
 - Porosité des vases de verre (Berthelot). *VDI.* 15 *Mai*, 1286.
- Laine** (Chimie de la) (Matthews). *Fi.* *Mai*, 397.
- (Huiles d'olive et acide oléique libre dans le peignage des) (Richardson et Jaffe). *Cs.* 31 *Mai*, 530.
- Masques respirateurs.** Concours de la Society of Arts. *SA.* 9 *Juin*, 788.
- Métaux rares** (Chlorures des) (Matignon). *CR.* 15 *Mai*, 1339.
- Néon et hélium** dans l'atmosphère. Dosage (Oldham). *RSL.* 24 *Mai*, 111.
- Optique.** Spectres du silicium et du fluor (Lunt). *RSL.* 24 *Mai*, 118.
- Convention optique de 1905. *E.* 2-7 *Juin*, 713, 722, 731.
 - Réflexion de la lumière par les papiers colorés (Minchin). *American Journal of Science.* *Juin*, 445.
- Papier de bois** (le) (Phillips). *SA.* 10 *Mai*, 700.
- Peintures** dans le Métropolitain de New-York (Toch). *Cs.* 31 *Mai*, 527.
- Platine.** Point de fusion. Nouveau four électrique (Harker). *CN.* 2-9 *Juin*, 250, 262.
- Perborate de soude.** Emploi en poudre (Bloch). *RCp.* 14 *Mai*, 182.
- Phosphore blanc.** Recherche dans le sulfure de phosphore (Vignon). *CR.* 29 *Mai*, 1449.
- Photographie** (Revue de) (Granger). *Ms.* *Juin*, 401.
- En couleurs du spectre négatives par transmission (Lipmann). *CR.* 5 *Juin*, 1508.
- Poids atomique.** Glucinium, aluminium, indium. *CN.* 19 *Mai*, 227.
- Tungstène, Neodymium, Europium, Thorium (*Id.*). 20 *Mai*, 239.
 - Azote (Guye). *CR.* 22 *Mai*, 1386.
- Résines et vernis.** Divers. *Cs.* 31 *Mai*, 552.
- Falsifications du Sumac. Moyens de les reconnaître (Priestmann). *Cs.* 15 *Mars*, 231.
- Radio-activité.** Minerais radio-actifs (Strutt). *RSL.* 24 *Mai*, 88.
- Émanation du thorium (Hahn). *RSL.* 24 *Mai*, 115.
 - Séparation chimique des composés radio-actifs du thorium (Moore et Schlundt). *CN.* 19 *Juin*, 259.
- Radium.** Influence sur la détonation du chlore (Joussen et Ringer). *CN.* 19 *Mai*, 225.
- Nouveaux modes d'application (Seeber). *Cs.* 15 *Mars*, 230.
- Rhodium** (Réaction du) (Alvarez). *CR.* 15 *Mai*, 1341.
- Sulfate chromique vert.** Réactions à vitesses discontinues (Colson). *CR.* 29 *Mai*, 1431.
- Teinture.** Chromaline D. (Abt). *SiM.* *Février*, 84.
- Influence des groupes d'atomes de la fibre textile sur la teinture (Siuda). *Ms.* 1^{er} *Juin*, 175.
 - Théorie (Decaper). *Cs.* 15 *Mars*, 223.
 - Divers. *Cs.* 15 *Mars*, 237; 31 *Mai*, 541.
 - Nouvelles couleurs. *MC.* 1^{er} *Juin*, 159.
 - Tannin Hastings. Emploi en impression (Doudain). *MC.* 1^{er} *Juin*, 154.
 - Colorants teignant directement le coton (Prudhomme). *Gc.* *Juin*, 78.

Tantale et niobium (Sources de) (Schelling, Berlin). *ZaC.* 9 Juin, 883.

Thorium. Chlorure et bromure. Préparation (Moissan et Martinsen). *CR.* 5 Juin, 1510.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Alcoolisme. Lutte contre l'— en Norvège (Hammer et Chanvin). *Musée social*, Mai.

Agriculture. Développement du crédit agricole. *Ag.* 3 Juin, 862, 871.

Associations syndicales agricoles et l'exportation. *Ap.* 1^{er} Juin, 605.

Caisses de crédit agricole mutuel. Fonctionnement. Rapport ministériel. *Ap.* 25 Mai, 662.

Chine. Développement des échanges. *Ef.* 20 Mai, 717.

Douanes. Rendement en France, Angleterre et Allemagne. *Ef.* 20-27 Mai, 713, 749.

Éducation d'ingénieurs et Sociétés techniques. *E.* 9 Juin, 741.

France. Caisses d'épargne en 1903. *Ef.* 27 Mai, 760.

Grande-Bretagne (Manufactures de la). Inde (Tozer). *SA.* 2 Juin, 751.

Grève (Droit de). *Ef.* 3 Juin, 790.

Maladies professionnelles. *Ef.* 20 Mai, 715.

Prusse. Budget de 1903. *Ef.* 27 Mai, 751.

Syndicats indépendants à Lille. *Rso.* 1^{er} Juin, 891.

Tarifs combinés des chemins de fer et des compagnies de navigation. *Ef.* 27 Mai, 757.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Béton (Murs en) Gramp. *Le Ciment*. Mai, 68.

Incendies. Services continentaux. *E.* 9 Juin, 729.

Ponts. Sur le Nil au Caire, *ZoI.* 26 Mai, 324.

— Bascule Scherzer sur la Swale. *E.* 2 Juin, 720.

— Transbordeur à Duluth. *E'*. 9 Juin, 374.

— Anatomie des. (Thorpe.) *E.* 9 Juin, 725.

— Du Caledonian Ry à Stonehouse, *E'*. 9 Juin, 568.

Port de Bruges. *E.* 20 Mai, 659; 2 Juin, 693.

Tunnel de Karaivanken. Équipement électrique. *E'*. 2 Juin, 554.

Tunnel du Simplon. *E'* 9 Juin, 580.

Voûtement de la Senne à Bruxelles (Tahon). *Ru.* Avril, 68.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs Sirius. *Re.* 30 Mai, 289.

— Pescatore-Romanoff-Melzer. *EE.* 3 Juin, 350.

— État actuel de l'industrie des. (Juman.) *Re.* 30 Mai, 306.

Commutateur redresseur pour hautes tensions (Adler). *EE.* 27 Mai, 309.

Aimantation du fer aux hautes fréquences (Corbino). *EE.* 20 Mai, 267.

— et variation de longueur provoquée dans les métaux et alliages entre 160 et 1 200° (Honda et Shimizu). *EE.* 20 Mai, 268.

— Pertes d'énergie dans l'aimantation du fer. (Morday et Hansard). *EE.* 20 Mai, 267.

Distribution. Amortissement dans les circuits oscillants contenant un condensateur et un éclateur (Drude). *EE.* 27 Mai, 3-10 Juin, 283, 321, 361.

— Lignes à hautes tensions (Sécurité des). *Ie.* 25 Mai, 232.

Dynamos. Turbo-dynamos (Les). Nielhammer). *UDi.* 20 Mai, 818.

— Alternateurs mono et polyphasés. Fonctionnement (Rezelmann). *Re.* 30 Mai, 294.

Moteurs shunt, monophasé compensé (Beechenod). *EE.* 20 Mai, 237.

— à répulsion compensé. Disposition la plus favorable des balais et des enroulements (Danielson). *EE.* 9 Juin, 391.

Éclairage. Arcs à mercure. *EE.* 20 Mai, 241 (Leblanc). *Sie.* Mai, 461.

— Lampes à incandescence (Les). (Bainville). *Sie.* Mai, 363.

Électro-chimie. Traitement électrolytique des résidus d'étain. *Elé.* 20 Mai, 312.

— Galvanisation des feuilles et des fleurs. *Gc.* 20 Mai, 42.

— Divers. *Cs.* 15 Mars, 243.

— Fer électrolytique, préparation Maximowitsch. *EE.* 27 Mai, 318.

— Électrolyse par courants alternatifs (Brochet). *RCp.* 28 Mai, 192.

Électro-chimie. Fabrication des fils métalliques très fins par électrolyse (Abraham). *CR.* 29 Mai, 1444.

Industries électriques en Égypte. *Ri.* 27 Mai, 208.

Interrupteurs à mercure Gaiffe. *Ie.* 25 Mai, 256.

Magnétisme. Théorie des filets (Hay). *EE.* 10 Juin, 388.

Mesures. Laboratoire de vérification des compteurs d'énergie électrique. *Elé.* 27 Mai, 321.

— des courants de haute fréquence. *Elé.* 10 Juin, 354.

— Voltmètre électrostatique pour hautes tensions (Gran). *EE.* 3 Juin, 354.

Ondes électro-magnétiques. *E.* 2 Juin, 710, 743.

Paratonnerres (Établissement des). *E.* 26 Mai, 677 (Hedger). *SA.* 26 Mai, 726.

Pile. Zinc, cuivre (Krupske). *Elé.* 27 Mai, 326.

— Thermo-électriques. Diverses. *EE.* 9 Juin, 395.

Régulateur automatique de tension (Thierne). *EE.* 10 Juin, 390.

Stations centrales de Bruck. *ZÖI.* 2 Juin, 333.

— Groupe électrogène avec accumulateurs permettant le démarrage d'un moteur à gaz. *Elé.* 10 Juin, 360.

Télégraphie. Télégraphes imprimeurs. *EE.* 20 Mai, 279.

— *Sans fil.* Nouveau poids démontable. *EE.* 20 Mai, 275.

— — Détecteurs d'ondes (Macku', (*id.*), 276.

— — King. *EE.* 27 Mai, 313.

— — Divers. *Rc.* 30 Mai, 319.

— — Réglementation en Allemagne. *Rc.* 30 Mai, 317.

HYDRAULIQUE

Écoulement de l'eau sans pression. Application du tube de Pitot-Darcy (Bellet). *CR.* 5 Juin, 1531.

Roues Pelton de 1^m,07.

— Double. *Rc.* 3 Juin, 213.

Pompes centrifuges. Rendement (Hagens). *VDI.* 20 Mai, 807.

— à sable commandée par l'électricité (Gwynne). *E'* 19 Mai, 506.

— à incendie à pétrole Farcot. *Va.* Mai, 313.

— de puits commandée par l'électricité (Mather et Platt). *E.* 26 Mai, 683.

Pompes à incendie. Bateau-pompe et à désinfecter du gouvernement de Mozambique. *E.* 2 Juin, 704.

Turbines. Théorie (Lorenz). *EE.* 27 Mai, 302.

— Utilisation du Niagara. *AM.* Juin, 381.

MARINE, NAVIGATION

Canal de Panama (historique). *Gc.* 20 Mai, 36.

Constructions navales. Moment fléchissant des navires (Alexander). *E.* 9 Juin, 751.

Machines marines à gaz (Capitaine, Sinn). *RM.* Mai, 476, Juin, 347.

— à pétrole (Griffin). *E.* 20 Mai, 637.

— Antivibrateur Mallock. *E.* 20 Mai, 685.

— Tachymètre angulaire Heck pour arbre-d'hélices (*id.*), 685.

Marines de guerre anglaise (croiseur Forward). *E.* 19 Mai, 635. (Cochrane). *E'* 2 Juin, 544. Transport indien Dufferin. *E'* 26 Mai, 520.

— Japonaise (Réparations rapides). *E.* 9 Juin, 744.

— Vitesse des navires de guerre. *E.* 26 Mai, 675.

Port de Buenos-Ayres (Moreau). *IC.* Avril, 505.

Signaux acoustiques sous-marins (Mellet). *E.* 20 Mai, 651.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aviation. Hélicoptère Dufaux. *Va.* 20 Mai, 305;

Léger. *CR.* 15 Mai, 1309; 5 Juin, 1529.

Bielle. Sherman. *RM.* Mai, 505.

Broyeurs modernes. *Eam.* 11 Mai, 889.

Changements de vitesse. L'Hôpital. *Bam.* Mai, 569.

Chaudières.

— A tubes d'eau de Naeyer. *E.* 26 Mai, 663; Babcox. (*Id.*). 2 Juin, 700; Bailly Mathot. *E.* 9 Juin, 758.

— Alimentateurs automatiques. *Dp.* 20 Mai, 308.

— Diagramme de vaporisation de l'eau (Riche). *Bam.* Mai, 536.

— Foyers à charbon pulvérisé. *E'* 19 Mai, 502.

— — Chargeur Topf et Sohne. *Ri.* 20 Mai, 593.

— — à tirages naturel et forcé (Cobe). *Cs.* 31 Mai, 528.

- Chaudières.** Rupture d'une tôle par fatigue. *E.* 9 Juin, 756.
 — Surchauffe. Chaleur spécifique de la vapeur surchauffée (Peake). *N.* 1^{er} Juin, 117.
- Cinématique.** Mécanismes du 2^e ordre (Torka). *Société d'Encouragement de Berlin*, Mai, 223.
- Courroies et cordes** (Transmissions par). (Rozé). *RM. Mai*, 413. (Raffard). (*Id.*). 435; *Lips. Gc.* 3 Juin, 85.
 — Tendeurs nouveaux. *Dp.* 4-10 Juin, 341, 356.
- Embrayage.** Polysius de 1000 chevaux. *AMa.* 27 Mai, 633; Herisson, *Va.* 10 Juin, 363.
 — Double logarithmique. *AMa.* 3 Juin, 674.
- Engrenages.** Trains à bascule (Leeuw). *AMa.* 27 Mai, 618; Hélicoïdaux intermittants. *AMa.* 10 Juin, 679; Anglemètre Wilson. *Gc.* 10 Juin, 99.
 — Diagramme de pignon. *AMa.* 27 Mai, 627.
- Froid.** Production de très basses températures. *E'.* 2-5 Juin, 341, 366.
- Filetages** pour tubes, jauges américaines Briggs. *AMa.* 20 Mai, 582.
- Graissage.** Filtre Cuinat. *Bam. Mai*, 582.
 — Graisseur de crosse Doré. *E'.* 19 Mai, 503.
 — Essai des huiles. *It.* 15 Mai, 170.
- Indicateur manographe** Schulre. *Va.* 3 Juin, 341.
- Laboratoire de mécanique** de l'école supérieure de Dresde. *VDI.* 27 Mai, 839.
- Levage.** Grue roulante Wilson. *E'.* 2 Juin, 559.
 — — électrique. *VDI.* 3 Juin, 915.
 — — Transbordeur pour parc à charbon. *Gc.* 10 Juin, 97.
- Machines-outils.** Ateliers de Close. *E'.* 19 Mai, 494; Thomson Houston à Rugby. *E.* 20 Mai, 648; Brown Boveri. *AMa.* 3 Juin, 647.
 — Magasins de la Browning Engineering Co. *EM. Juin*, 359.
 — allemandes (Progrès des) (Ruppert). *VDI.* 10 Juin, 945.
 — Affûteuses pour fleurets de perforatrices (Afax). *E.* 19 Mai, 631.
 — Chaînes soudées. Fabrication moderne (F. Powell). *AMa.* 27 Mai, 615.
- Machines-outils.** Cisailles pour plaques de 65 millimètres Crow. *E.* 26 Mai, 663.
 — — pour fers laminés Pels. *E.* 9 Juin, 749.
 — Fraiseuse Milwaukee. *AMa.* 20 Mai, 588; Verticale Ward. *E'.* 2 Juin, 554.
 — — Saaké. *Ri.* 10 Juin, 221; Pour fonds de chaudières Bendel. *VDI.* 10 Juin, 961.
 — Meulage (Le) (Chatham). *AMa.* 27 Mai, 625.
 — Meule aléuseuse Schmaltz. *Ri.* 20 Mai, 194.
 — Pignons. Machine à tailler Dubosc. *RM. Mai*, 439.
 — Riveuses. Forme rationnelle des bâtis. *Gc.* 27 Mai, 62.
 — Raboteuse universelle. Shanks. *E.* 2 Juin, 706.
 — Tours. Harnais rapides. *AMa.* 20 Mai, 580, 581 (Nicholson et Smith). *E'.* 26 Mai, 511.
 — — Travail des outils. *AMa.* 10 Juin, 685.
 — — vertical (Montages pour). *AMa.* 3 Juin, 659.
 — — Tournage des cylindres de lami-noirs. *EM.* 27 Juin, 334.
 — Raineuse pour volants. *AMa.* 27 Mai, 634.
 — — Fries. *AMa.* 10 Juin, 690.
 — Taille des limes. Machines Peisler. *Ri.* 3 Juin, 214.
- Moteurs à vapeur.** Rendement. Suppression de l'influence nuisible des parois (Duchesne). *RM. Mai*, 512.
 — Essai d'une compound surchauffée Cole (Longridge). *E'.* 2 Juin, 546, 551.
 — Corliss de 1500 chevaux compound verticale Fullerton. *E.* 20 Mai, 636.
 — Belleville à l'Exposition de Saint-Louis. *VDI.* 10 Juin, 941.
 — Histoire en Allemagne. *VDI.* 3 Juin, 901.
 — Compression (Rendement de la). (Klem-perer). *VDI.* 20 Mai, 797.
 — Distributions par soupapes. *E'.* 26 Mai, 512; 2 Juin, 539.
 — — Altmann, Brown, Bonjour, Single Frikart, Fawell, Hargreaves, Newhaus, Yorkmann, Young. *RM. Mai*, 493.
 — Condenseurs (Économie du vide des). *EM. Juin*, 388.

Moteurs à vapeur. Condenseurs. Eau de refroidissement des (Briggs). *AMA*. 3 Juin, 636.

- — Balke, Day, Wrer, Morley, Worthington, Alberger, Deprez et Vernet, Enyon, Bertram et Wermann, Schnockel, *RM*. Mai, 479.
- — Pompes à air Edwards Benn, Wilhelm. *RM*. Mai, 484.
- — Pompe d'extraction Day et Dexter. (*Id.*), 486.
- Piston Morison. *RM*. Mai, 506.
- Turbines (Les). *Fi*. Mai, 325.
- Tiges de pistons Regenbogen et Winter. (*Id.*), 506.
- Régulateurs Trinks, Andrews, Hoovers. *RM*. Mai, 487.
- — Arrêts, Monarch, Pinchot. (*Id.*), 490.
- Réchauffeurs intermédiaires théorie (Briggs). *RM*. Mai, 506.
- à gaz. Grands moteurs, *IC*. Mai, 467.
- — à gaz de hauts fourneaux, comparaison avec la vapeur (Erhardt). *SuE*. 1^{er} Juin, 638.
- — Rendement. Son évaluation (Diesel). *VDL*. 20 Mai, 814; (Brauer). *Dp*. 20-27 Mai, 305, 326.
- — Cockerill 1200 et 500 chevaux. *E*. 2 Juin, 699.
- — Bollinckx. *Rc*. 10 Juin, 225.
- — silencieux (Rendement des). *E'*. 19 Mai, 501.
- — (Turbines à). *EM*. Juin, 407.
- — Allumages divers. *Ri*. 20-27 Mai, 194, 205.
- — par magnéto. Courbe du courant. *Va*. 10 Juin, 358.
- — Gazogènes par aspiration. *E*. 26 Mai, 518.
- — (Les). Wyer. *AIM*. Mai, 521.
- — Essais de (*Id.*), 531.
- — Bibliographie. (*Id.*), 543.
- — Day, Dowson, Fleischer, Lencau-chez, Hovine, Schweick, Schmidt, Thwaite, Mond, Pintsh, Delassue, Hamilton. *RM*. Mai, 460.

Résistance des matériaux. Fatigue par flexions répétées (Kirsh). *VDL*. 3 Juin, 907.

- Balance électro-magnétique Kryloff pour essais des propriétés des fers et aciers. *RdM*. Juin, 425.

Ressorts (Essais de). *AMA*. 27 Mai, 628.

Tachymètre. Krauss. *EE*. 27 Mai, 310.

Textiles. Décoration des tissus. *It*. 15 Mai, 176.

- Echardonnage de la laine avant peignage. Appareil Offermann, *It*. 15 Mai, 183.

MÉTALLURGIE

Coke. Four Collin, *RdM*. Juin, 305.

Cuivre. Traitement des scories à Argo. *AIM*. Mai, 597.

- Production mondiale. *E*. 26 Mai, 679.
- Fours à cuve des Colorado Works. *RdM*. Juin, 323.
- Affinage. Fabrications diverses. *RdM*. Juin, 330.

Fer et acier. Usines Krupp. *Ru*. Avril, 104.

- Acierie indépendante de Stark (Bentner). *RdM*. Juin, 480.
- Electro-métallurgie, *SuE*. 1^{er} Juin, 631.
- Fonderie. Séchage des grands moules. *AMA*. 27 Mai, 620.
- Forges des Congo. Fleet. Works. *E'*. 19-26 Mai, 488, 515.
- Procédé Bertrand Thiel (Darby). *E*. 20 Mai, 653.
- — continu avec fours fixes à Crenstochowa (Surzicky). *E*. 20 Mai, 656.
- Acier au vanadium. *E'*. 9 Juin, 565.
- Influence de l'azote sur les propriétés des aciers (Guillot). *Gc*. 10 Juin, 95.
- Hauts fourneaux. Emploi de l'air sec (Gouvy). *IC*. Mai, 453; (Louis). *RdM*. Juin, 71; *AIM*. Mai, 569; (Galey). *E*. 26 Mai, 665, 668; *E'*. 2 Juin, 551; *SuE*. 1^{er} Juin, 645.
- — Enregistreur de la descente des charges Johnson. *AIM*. Mai, 509.
- — Lavage des gaz (Le) (A. Sahlin). *E*. 9 Juin, 753. Aux Lakawanna. *S. W.* *E'*. 2 Juin, 558.
- — Fusibilité des laitiers (Boudouard). *RdM*. Juin, 441.

Or. Traitement au Rand. *MM*. Mai, 401.

MINES

Alliages étain, bismuth, magnésium et aluminium (Pêcheux). *CR*. 3 Juin, 1535.

Argent. Mine de Santa Francisca (Mexique). *MM*. Mai, 424.

- Argent.** District de Leadville. (*Id.*), 429.
 — Cuivre. Région de Moctezuma. *Eam.* 25 *Mai*, 1007.
Électricité. Stations centrales pour mines. *E'* 2 *Juin*, 544.
Exploitation en longues tailles. Influence du toit. *Eam.* 11 *Mai*, 899.
Extraction. Machines électriques. *Gc.* 27 *Mai*, 49; 3 *Juin*, 73.
 — par puits d'aérage (Schneider). *Ru.* *Avril*, 4.
Fer. District de Messabi. *Eam.* 11 *Mai*, 892.
 — du Lac Supérieur. Géologie. (Madison). *AIM.* *Mai*, 434.
 — Hématite de Clinton. *Eam.* 11 *Mai*, 896.
 — Mines de Grangesberg. Suède. *Eam.* 18 *Mai*, 945.
Fonçage. Procédé Jetting. *Eam.* 11 *Mai*, 901.
 — Cimentation des terrains aquifères fissurés en vue du fonçage des puits (Harré). *Ru.* *Avril*, 31.
Lorraine. Industrie minière et métallurgique. État actuel (Willam). *ScM.* *Fev.*, 55.
Houillères. Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Excursion des Ingénieurs civils de France (Bel. et Schuler). *lc.* *Avril*, 527.
Mercury. District de Terlingua. Texas. *MM.* *Mai*, 441.
Mise à terris de 100 tonnes à l'heure. Abaque des volumes d'un cône de déblais (Henry). *Ru.* *Avril*, 52.
Or. Préparation du minerai. *MM.* *Mai*, 408.
 — Cripple Creek. *MM.* *Mai*, 444.
 — Hostotipaquillo (Mexique). *Eam.* 18 *Mai*, 942.
 — Gympie. Australie. *Eam.* 1^{er} *Juin*, 1040.
 — Origine et classification des placers. *Eam.* 1^{er} *Juin*, 1045.
Préparation mécanique. Concentration électrostatique. *Eam.* 1^{er} *Juin*, 1036.
Perforatrices. Dépense d'air (Seeber). *Eam.* 18 *Mai*, 937.
Philippines. Condition actuelle des mines. *Eam.* 1^{er} *Juin*, 1033.
Roulage. Roues de wagonnets. *Eam.* 18 *Mai*, 939.
Tantale et niobium (Minerais de). (Schilling, Berlin). *ZaC.* 9 *Juin*, 383.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT PRÉSENTÉ AU NOM DU *Comité des Arts mécaniques*, par **M. J. Imbs**,
SUR UN TRAITÉ DE FILATURE DE LAINE CARDÉE, par **MM. L. Priault et**
Ch. Thomas.

M. L. Priault, directeur de filature à Elbeuf, et M. Ch. Thomas, directeur de l'École pratique d'industrie d'Elbeuf, ont adressé à la Société d'Encouragement un traité qu'ils viennent de publier sur la Filature de la laine cardée.

Cet ouvrage, fort bien édité, avec une série de 180 figures bien faites, intercalées dans le traité, comprend un exposé descriptif et explicatif complet des principaux métiers à filer, — soit renvideurs self-acting, soit continus, utilisés actuellement dans cette branche de l'industrie textile.

L'extrême complication d'une partie de ces machines, et leur importance en général, donnent une utilité sérieuse et une valeur réelle à la méthode analytique très détaillée qu'ont suivie judicieusement et avec clarté les auteurs de cet ouvrage. Celui-ci devient ainsi des plus intéressants et des plus recommandables à la fois comme moyen d'étude théorique et comme guide d'utilisation pratique des machines décrites.

Le Comité des Arts mécaniques propose de remercier MM. Priault et Thomas pour leur intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Jos. IMBS, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 6 juin 1905.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts Chimiques*, sur les ESSAIS DES CUIRS PAR FLEXION CIRCULAIRE, par **M. H. Boulanger**.

M. Boulanger présente à la Société d'Encouragement une nouvelle Contribution à son étude sur les *Essais du Cuir dans ses applications industrielles*. (*Bulletin de la Société*, 1902.)

Il commence par montrer les modifications apportées à la résistance des cuirs par leur conditionnement et leur préparation. En effet, cette résistance est influencée par les manipulations que le cuir subit et qui peuvent modifier plus ou moins sa composition physique, soit en comprimant et durcissant les fibres, soit, au contraire, en nettoyant ces fibres de manière à leur donner plus de jeu. Des expériences montrent que l'humidité seule peut, déjà, fortement modifier la résistance; à plus forte raison quand certaines substances, telles que les matières grasses, interviennent. Sature-t-on de suif des parties d'une même peau corroyée sur graisse, de manière à obtenir ce que l'on appelle un « cuir plein suif », on constate que le graissage modifie d'une façon des plus favorables la force de résistance du cuir; en outre, les allongements sont sensiblement plus grands.

Mais la partie principale du travail de M. Boulanger a pour objet les essais de cuirs par flexion circulaire. De même, en effet, que l'essai de traction est insuffisant pour définir les qualités des métaux utiles à l'emploi, comme l'a montré M. H. Le Chatelier, de même en est-il pour les qualités des cuirs. Aussi M. Boulanger a-t-il entrepris une étude très complète de la rupture par flexion.

A cet effet, il découpe dans le cuir à examiner des rondelles qui sont saisies par des mâchoires circulaires cannelées, laissant libre un cercle intérieur de 10 centimètres de diamètre. La mâchoire supérieure présente une ouverture de 5 centimètres dans laquelle pénètre à frottement doux un tampon à bout sphérique que l'on fait agir jusqu'à la charge nécessaire pour la rupture, en relevant les flèches de 5 en 5 millimètres.

M. Boulanger a étudié de cette manière trois sortes de cuirs : un cuir de bœuf tanné à l'écorce de chêne, un cuir de bœuf indigène chromé et un cuir de buffle chromé, en découpant dans chacun d'eux de 44 à 70 rondelles, suivant la grandeur de la peau.

Comme on devait s'y attendre, pour les diverses parties de la peau, la plus grande solidité se trouve à proximité de l'estomac, pour décroître en se rapprochant des parties basses : le collet, le ventre, etc. C'est ce qu'avaient déjà montré les expériences de traction ; mais, ce qui est intéressant, c'est de voir que les coefficients de résistance à la flexion sont plus grands que ceux de résistance à la traction ; les fibres semblent se soulager mutuellement.

M. Boulanger a également fait des essais par flexion circulaire de cuirs doubles et même triples, et a constaté que la superposition des cuirs ne donne pas une augmentation proportionnelle de résistance, par suite du travail de deux corps ne possédant pas la même homogénéité.

Une remarque intéressante est à faire au sujet des différences de forme des ruptures de rondelles :

Dans le croupon, partie serrée, nerveuse, la rupture se produit brusquement et présente l'aspect d'un croissant, d'une calotte ;

Dans la culée, elle se rapproche d'un triangle ;

Dans le collet, partie plus creuse, la déchirure, se produisant plus lentement, est étoilée. Ces formes diverses de rupture se retrouvent aussi bien dans le bœuf tanné au tan ou au chrome que dans le buffle tanné au chrome ; elles ne dépendent donc pas de la préparation du cuir mais de la contexture de la région de la peau, malgré la diversité de la race de ces animaux.

Nous rappellerons à ce sujet que M. J. Persoz avait fait des essais de même ordre pour les tissus, les papiers, les feuilles métalliques, etc., en pressant à la surface de rondelles de ces diverses substances une bille de métal ou un disque, soit plat, soit légèrement bombé (Rapport de M. Ed. Simon, 1902, p. 337), et ce qui est curieux à signaler, c'est que l'on a des ruptures identiques et aussi caractéristiques que celles obtenues avec les diverses parties des cuirs examinés par M. Boulanger.

Prend-on des rondelles métalliques :

Pour des rondelles de fer-blanc de 0^{mm},10 d'épaisseur, la rupture est un croissant comme dans le croupon ;

Pour des rondelles de cuivre de 0^{mm},02 d'épaisseur, la rupture est un triangle comme dans la culée de la peau ;

Pour des rondelles de paillon de 0^{mm},10 d'épaisseur, la rupture est étoilée comme dans le collet.

Pour les tissus feutrés, pour les draps par exemple, la perforation se produit toujours suivant une ligne brisée qui donne à la déchirure une forme triangulaire et témoigne de la participation simultanée de la chaîne et de la trame à la résistance ; il en est de même pour le cas d'une matière homogène comme une rondelle de cuivre recuit. Lorsque la chaîne et la trame ne sont pas de même composition, l'un des groupes de fils cède bien avant l'autre et la déchirure a l'aspect d'une boutonnière rectiligne parallèle ou perpendiculaire à la direction de la chaîne, selon que la trame ou la chaîne cède la première.

Il y a là des analogies que nous croyons intéressant de signaler et qui peuvent servir à éclairer la question d'enchevêtrement et de résistance relative des fibres dans les différentes parties de la peau.

En résumé, votre *Comité des Arts chimiques* vous signale l'importance du nouveau travail de M. Boulanger, basé sur de nombreux résultats d'expériences, et vous demande d'ordonner l'insertion au *Bulletin* de ce mémoire, avec les figures qui y sont jointes.

A. LIVACHE, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 26 mai 1905.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT PRÉSENTÉ par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, SUR DE NOUVELLES APPLICATIONS DE L'APPAREIL ROTATOIRE DE DESSICCATION de **MM. Donard et Boulet**.

M. Donard, lauréat de la Société pour l'application à la dessiccation du sang, antérieurement coagulé par des sels de fer, d'un appareil rotatoire à dessécher dans le vide, soumet aujourd'hui à votre examen les résultats d'ensemble qui viennent d'être obtenus avec cet appareil, d'une part pour la coagulation directe et la dessiccation du sang, et, d'autre part, pour la dessiccation de la viande.

Nous rappellerons simplement le principe de cet appareil, qui a été décrit dans le *Bulletin* de la Société (février 1897 et août 1899). Il se compose d'un cylindre d'un volume de 15 mètres cubes, animé d'un mouvement de rotation autour de son axe disposé horizontalement; la surface de chauffe est constituée à l'intérieur par un faisceau tubulaire disposé parallèlement à l'axe du cylindre et serti sur une chambre de vapeur verticale, avec départ des buées, soit directement, soit au moyen du vide, qui sont ensuite condensées par une injection d'eau froide.

L'Union de la Boucherie, qui exploite, à Aubervilliers, un vaste établissement dans lequel elle traite le sang des abattoirs et les viandes de toutes provenances, a fait, en 1899, un premier essai de traitement du sang au moyen d'un appareil Donard; les résultats obtenus ont été si probants que, depuis cette époque, elle a monté deux autres appareils et se propose d'en installer un quatrième.

Pour un semblable établissement, il est, en effet, de première importance d'avoir un moyen très simple et très rapide de transformer en matière sèche et inodore des produits aussi facilement putrescibles que le sang et la viande, surtout si l'on tient compte du fait que l'Union de la Boucherie a dû traiter, en 1904, 7 790 000 litres de sang et 9 300 000 kilogrammes de viande.

Dans les premiers essais de dessiccation du sang, celui-ci ne passait dans l'appareil Donard qu'après avoir été, à son arrivée à l'usine, coagulé au moyen de sulfate de peroxyde de fer et abandonné dans des cases pendant trois ou quatre semaines pour obtenir un égouttage complet. On avait

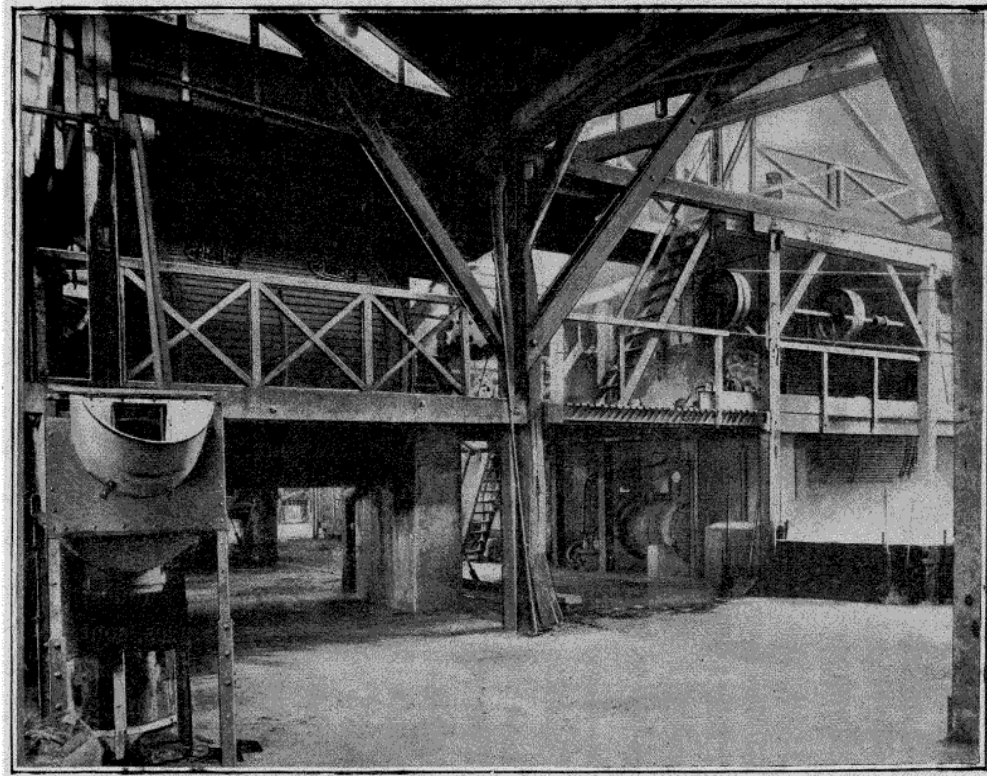


Fig. 1. — Atelier de dessiccation du sang et des viandes par les séchoirs Donard et Boulet à l'usine de l'Union de la Boucherie en gros de Paris, à Aubervilliers.

alors pu apprécier les services de l'appareil pour la dessiccation et l'idée vint de l'utiliser, non seulement pour la dessiccation, mais aussi pour la coagulation du sang, sans addition de produits chimiques et à l'aide de la chaleur seule.

Dans ce but, actuellement, un appareil Donard reçoit directement le sang frais et l'on envoie de la vapeur dans les tubes intérieurs; la coagulation s'opère rapidement. Au début des essais, elle se faisait tout d'abord

autour des tubes qui se trouvaient colmatés et dont la puissance d'action était diminuée; depuis, on a percé d'orifices sur leur longueur deux de ces tubes, de sorte que la vapeur puisse se répandre dans l'appareil et, par un véritable brassage, échauffer le liquide dans toute sa masse; grâce à cet artifice, le sang qui, dans chaque opération, représente un volume de 5 700 litres, se coagule complètement en moins de deux heures.

Ce sang coagulé, placé dans des toiles, est soumis à l'action d'une presse et laisse écouler un liquide clair, incolore, inodore, ne gardant que des traces de matière azotée ($0^k,5$ par mètre cube), qui peut, sans inconvénient, être écoulé à l'égout. On le passe ensuite dans l'appareil pour le dessécher complètement, mais on ne fait plus le vide, comme dans les premiers essais, car le sang ainsi coagulé directement donne, en se desséchant, une poudre très fine qui viendrait obstruer les conduits de la pompe à vide; la dessiccation dure sept heures.

On voit donc que, en dix heures au maximum, le sang apporté dans l'établissement est complètement desséché et mis en sac, fournissant un produit qui n'est additionné d'aucune matière étrangère et que l'on va essayer d'introduire dans la ration alimentaire des animaux.

Quant aux viandes plus ou moins altérées, venant des abattoirs ou de chez les bouchers, on commence toujours par les traiter dans des cuves où, après addition d'eau et d'acide sulfurique, on fait barboter de la vapeur. Lorsque la matière grasse, qui vient surnager, a été récupérée, les viandes, soumises à une véritable cuisson, car l'opération dure douze heures, sont pressées encore chaudes. Le liquide acide qui s'en écoule rentre dans les cuves de cuisson, pour des opérations ultérieures, tandis que les viandes, pressées, sont passées à l'appareil Donard; après un temps n'excédant pas sept heures, on obtient un produit bien sec qui, par simple tamisage, donne une poudre de viande très fine, de couleur bise, inodore, et prête à être ensachée.

Les os, ainsi que les parties laineuses que contiennent toujours les viandes, séparés lors du tamisage, sont pulvérisés et servent à enrichir la poudre de viande en acide phosphorique.

Enfin, au fond des cuves de cuisson, se déposent des boues qui, autrefois, étaient une source d'embarras pour l'établissement, car on ne réussissait à les dessécher qu'en les exposant à l'air libre, pendant un temps très long, après les avoir additionnées d'une substance absorbante, telle que de la tourbe. Aujourd'hui, ces boues que l'on se propose de passer au

filtre-pressé, abandonnées actuellement au repos dans une fosse pendant quelques jours, sont, après décantation du liquide acide qui s'en sépare, envoyées directement dans l'appareil Donard, généralement mélangées avec du sang, et elles sont rapidement desséchées.

En résumé, le traitement de ces matières éminemment fermentescibles, tout récemment encore si incommodes pour le voisinage et même dangereuses à cause des mouches qu'elles attiraient, s'exécute aujourd'hui dans un temps ne dépassant pas dix heures pour le sang et vingt-quatre heures pour la viande. D'une manière générale, on peut dire que les matières entrées à l'usine, sang et viandes, sont desséchées et ensachées dans les vingt-quatre heures ; c'est un résultat qui fait honneur à l'habile direction de M. Bernard Roux et, actuellement, de M. Mulet.

Ce qui frappe surtout les personnes habituées à visiter de semblables établissements, c'est, ici, la propreté et l'absence complète d'odeur. Notre éminent collègue, M. Th. Schlœsing, disait à ce sujet dans un rapport adressé au Conseil d'hygiène de la Seine (Séance du 2 septembre 1904) : « Pour acquérir la conviction que le problème de la conversion en engrais des débris animaux les plus divers, voire même du sang des abattoirs, peut être résolu industriellement, sans offenser l'hygiène, il suffit de visiter l'usine de l'Union de la Boucherie à Aubervilliers. »

Votre rapporteur ne saurait s'appuyer sur une appréciation plus autorisée pour vous demander de féliciter M. Donard des résultats remarquables obtenus avec son appareil de dessiccation et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, afin de faire connaître ce mode de traitement des matières putrescibles aux nombreuses industries qui pourraient l'utiliser avec grand profit.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 23 juin 1905.

AGRICULTURE

LE COCOTIER ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES, par **M. Em. Prudhomme**,
Directeur de l'Agriculture à Madagascar (1).

MESSIEURS,

C'est avec grand plaisir que j'ai accepté l'offre faite par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de vous entretenir ce soir du cocotier et de ses principales applications industrielles. Je me permets toutefois, avant de commencer, de réclamer toute votre indulgence, car il est bien difficile aux colonies, et surtout dans la brousse, de s'habituer à parler en public.

Le cocotier est un grand palmier de la zone tropicale, auquel les botanistes ont donné le nom de « *Cocos nucifera* » et qui, de tout temps, a vivement attiré l'attention des voyageurs.

Pour donner, en un mot, une idée de la beauté et de l'utilité du cocotier, quelques personnes ont cru pouvoir lui décerner le titre de *Roi de la flore tropicale*.

Cette appellation est peut-être trop flatteuse, si l'on examine cette plante simplement au point de vue ornemental, car il existe certainement bien d'autres palmiers dont le port est plus gracieux ou plus majestueux que celui du *cocos nucifera*, mais je me hâte d'ajouter que sous le rapport des applications industrielles et des innombrables usages domestiques auxquels il se prête, le cocotier mérite d'être classé en tête des végétaux de la zone équatoriale. On peut en trouver de plus beaux, mais non de plus utiles, surtout si l'on veut bien tenir compte de la multiplicité des emplois de ce remarquable palmier.

Je ne veux pas abuser de votre patience en donnant ici une longue description botanique du cocotier. Toutefois, il paraît indispensable d'indiquer, en quelques mots, sous quel aspect il se présente.

Le *cocos nucifera* est un palmier de grande taille, au port élancé, atteignant ordinairement de 20 à 25 mètres de haut.

Son tronc est presque lisse et de couleur grisâtre. Il mesure, en moyenne,

(1) Conférence du vendredi 9 juin 1903.

de 0^m,80 à 1 mètre de diamètre à la base, tandis qu'au sommet il dépasse rarement un mètre de tour.

Le tronc du cocotier est rarement droit comme celui de nos peupliers d'Italie, par exemple, et d'un grand nombre d'essences résineuses. Son port flexueux est même caractéristique, surtout chez les sujets âgés. Ceci n'est pas dû, comme on serait peut-être tenté de le croire, à l'influence des vents dominants, car on trouve, dans une même région, des cocotiers dont les troncs, affectant les courbes les plus irrégulières, se dirigent dans tous les sens. Il n'est même pas rare de rencontrer, sur les côtes, certains de ces palmiers, dont la tête, franchement tournée vers le large, semble vouloir braver les brises les plus violentes. Il existe enfin des sujets dont le stipe présente des courbures très brusques, voisines de l'angle droit.

Enfin ce tronc est surmonté d'un énorme panache de feuilles de couleur vert clair, très découpées, comparables à des plumes de taille gigantesque, puisqu'elles ne mesurent pas moins de quatre à cinq mètres de long.

Les fleurs, réunies en groupes compacts, prennent naissance au milieu du bouquet de feuilles terminal. Chaque inflorescence est renfermée, au moment de son apparition, dans une longue gaine ligneuse de forme allongée, ressemblant à une énorme navette; cette navette n'est, en définitive, qu'une sorte de bouton à fleurs de taille un peu anormale, si l'on cherche une comparaison parmi les végétaux européens.

Les fruits, connus vulgairement sous le nom de « noix de coco » ou plus simplement de « coco », proviennent de ces fleurs et forment, à maturation complète, d'énormes grappes composées de noix à différents degrés de développement, qui pendent très apparentes à la base et au milieu du bouquet de feuilles.

Les noix de coco sont de taille, de teinte et de formes très différentes, suivant les variétés. Certaines sont de couleur rouge bronzé; d'autres sont grises, vertes ou presque noires. Les différences ne sont pas moins considérables sous le rapport de la forme. Ces noix sont assez volumineuses, elles dépassent souvent de beaucoup la grosseur de la tête.

La composition interne de la noix de coco est assez curieuse et mérite de retenir notre attention, à cause des applications industrielles des différentes parties dont elle est formée.

Examinons donc un de ces fruits, coupé en deux, par le milieu, dans le sens longitudinal :

Allant de l'extérieur vers l'intérieur, nous trouvons d'abord une enveloppe fibreuse qui protège admirablement le centre de la noix où sont placés les organes essentiels. Au milieu de cette masse filamenteuse, dont on tire une matière textile connue sous le nom de *fibres de coco*, se trouve une grosse

graine dure ordinairement de forme ovoïde, dont l'enveloppe extérieure est ligneuse, mais peu épaisse.

Intérieurement, cette sorte de sphère irrégulière est recouverte d'une couche de matière assez dure atteignant à l'état frais, une épaisseur de *12 à 18 millimètres*, d'un blanc éclatant et renfermant une forte proportion de matière grasse. Cette portion du fruit du cocotier fournit une huile dont les usages industriels ont une importance considérable.

Enfin, tout à fait à l'intérieur, se trouve une cavité à moitié remplie, à maturité complète, d'un liquide de couleur blanchâtre et presque transparent. Ce liquide constitue une boisson agréable, appelée *eau de coco*. Il ne faut pas le confondre avec le lait de coco, dont la composition est, comme nous verrons, toute différente.

Il me reste enfin à signaler, pour terminer cette description succincte, que le système racinaire du cocotier se compose d'une multitude de racines d'un faible diamètre s'étendant dans tous les sens et s'enfonçant parfois dans le sol à une grande profondeur.

Le cocotier est une plante essentiellement tropicale, atteignant son maximum de vigueur de production et de développement seulement dans les régions chaudes et humides de la zone équatoriale.

Il croît admirablement dans les contrées où les pluies sont très abondantes, presque continuelles, mais on peut également le faire pousser dans les régions très sèches. Il est nécessaire, dans ce cas, de lui donner des arrosages fréquents et abondants, surtout pendant les premières années de son existence.

Cette exigence n'a pas échappé aux indigènes des Indes anglaises dont un proverbe fait dire au cocotier : *Arrose-moi abondamment pendant ma jeunesse, et j'étancherai ta soif pendant toute ta vie*.

Ce dicton fait allusion à l'eau de coco fournie par les noix dont les indigènes sont très friands.

Le cocotier pousse jusque sur le bord immédiat de la mer. Tel est le cas, par exemple, de ceux qui croissent dans les îles madréporiques de l'Océan Pacifique dont les racines sont souvent baignées par les vagues. Cette remarque suffira pour vous montrer que le cocotier ne craint pas la présence, dans le sol, d'une forte proportion de sel marin.

Ce fait est intéressant à signaler car, pour presque toutes les plantes, le sel marin est un poison très dangereux.

La préférence de cette plante pour les climats marins est certaine, mais il est très exagéré de dire, comme les Hindous, que le cocotier n'est capable de pousser que *là où il peut entendre le bruit des vagues*.

On trouve en effet, aussi bien à Ceylan qu'aux Indes et au Brésil, de très

beaux cocotiers et même de véritables plantations en bon état, à une très grande distance des côtes, parfois même à plusieurs centaines de kilomètres du rivage.

Le cocotier croît vigoureusement, surtout sur les sols légers et perméables, mais c'est une grosse erreur de croire qu'il peut pousser d'une manière convenable sur les sables incultes du bord de la mer, lorsque ces sables sont mal pourvus en éléments fertilisants.

En réalité, le cocotier est une plante fort exigeante, nécessitant des terrains très riches ou d'importants apports d'engrais. Les Hindous ont encore trouvé, pour exprimer cette exigence, un proverbe original en disant que le cocotier aime le voisinage des habitations et ne croît pas au delà de la portée de la voix de l'homme.

Ce palmier trouve des terres et des climats répondant à ses exigences dans toute la zone intertropicale. On en rencontre même quelques-uns un peu au nord et au sud du tropique du Cancer et du tropique du Capricorne (exemples Lucknow dans le nord des Indes anglaises et Fort-Dauphin dans le sud de Madagascar), mais ce sont là des exceptions, et les cocotiers placés dans ces conditions, de même que ceux plantés à plus de 500 ou 600 mètres d'altitude, restent chétifs ou improductifs.

De Candolle estime que le « *cocos nucifera* » est originaire d'un point de l'archipel malais peu éloigné de Sumatra. De là il s'est répandu dans toute la zone tropicale, en partie sous l'influence des courants marins qui ont pu transporter à très grande distance les cocos rendus flottables par l'existence de leur couche fibreuse, qui présente aussi l'avantage de protéger les noix, d'une manière parfaite, contre toute cause de détérioration.

Ajoutons enfin que les très remarquables usages auxquels se prête cette plante n'ont pas manqué, dès la plus haute antiquité, d'attirer l'attention des hommes et les ont engagés à transporter des noix de coco avec eux partout où ils sont allés.

Il est peu de contrées tropicales ne possédant pas au moins quelques cocotiers.

A l'heure actuelle, il est extrêmement abondant sur le littoral des parties chaudes du continent asiatique et dans les îles voisines, en Malaisie et en Polynésie.

On le trouve également à la Nouvelle-Calédonie, à Madagascar, aux Seychelles, à Zanzibar, aux Comores et sur une grande partie de la côte Est du continent africain.

Il est beaucoup moins abondant sur la côte occidentale d'Afrique, mais on le retrouve très commun dans l'Amérique Centrale, dans la portion tropicale de l'Amérique du Sud, aux Antilles et dans les îles voisines.

Suivant une statistique anglaise, le cocotier occupe, dans le monde entier, environ 1 200 000 hectares de terre.

L'île de Ceylan, à elle seule, comporte plus de 280 000 hectares de cocoteries, l'Amérique du Sud 200 000, les Indes anglaises et dépendances, 140 000, la Malaisie Orientale, les Philippines, la Nouvelle-Guinée et les Strait's-Settlements 120 000, Java et Sumatra 100 000, l'Amérique centrale 100 000, les Îles du Pacifique y compris la Nouvelle-Calédonie et les Fidji 100 000, Madagascar, les Comores, les Seychelles, Zanzibar, la côte Est d'Afrique, 44 000, le Siam et la Cochinchine 40 000, les Antilles 40 000.

D'après la même statistique, la surface totale consacrée au cocotier contient environ 400 millions de palmiers fournissant à peu près 4 milliards de noix dont la majeure partie est utilisée sur place.

Sa croissance est d'autant moins lente que ses exigences sont mieux satisfaites.

Il commence à fleurir au plus tôt vers cinq ou six ans et n'entre guère en bon rapport que vers huit ou même dix ans.

S'il est mal soigné, si la fertilité est insuffisante, et si l'on néglige dans ce cas de faire des apports d'engrais, il ne rapporte rien avant douze et même quinze ans.

Il croît donc très lentement. En revanche, il vit très longtemps. Une cocoterie bien conduite peut, croit-on, durer quatre-vingts ans.

Au point de vue du rendement, certaines personnes affirment qu'on peut obtenir quelques centaines de noix par cocotier. Ce sont là des exceptions. Une bonne moyenne, pour une plantation adulte bien soignée, varie entre 40 à 50 cocos par arbre, donnant 7 à 9 kilogrammes de coprah, dont on peut tirer 4 à 5 kilogrammes d'huile et 3 à 4 kilogrammes de poonac.

De tous les végétaux de la flore équatoriale, le cocotier est certainement la plante dont l'homme a su tirer le meilleur parti.

Il suffit de voir une fois un marché indigène en Extrême-Orient, et principalement à Ceylan, pour se rendre compte des multiples applications de ce remarquable palmier.

Toutes les parties de l'arbre sont utiles à un titre quelconque. Quelques personnes prétendent même que les emplois du cocotier sont aussi nombreux que les jours d'une année. Je ne voudrais pas essayer de justifier cette opinion peut-être un peu exagérée de certains auteurs anglais, mais on peut assurer que, tant au point de vue commercial ou industriel que sous le rapport des usages domestiques, le cocotier est bien l'une des plantes les plus utiles du monde entier.

Le cocotier est, avant tout, une plante oléagineuse de premier ordre.

L'huile est extraite, soit à l'état frais, soit à l'état sec, de l'albumen de la noix, c'est-à-dire de la sorte d'amande contenue dans les cocos.

A l'état sec, l'albumen prend le nom de *coprah* et sert de matière première

à d'importantes usines installées soit aux colonies, à proximité des plantations, soit en Europe ou en Amérique.

A l'état frais, la noix de coco renferme environ 30 p. 100 d'huile; sous forme de coprah, elle en contient à peu près 65 p. 100 et parfois plus, lorsque la dessiccation est très bien faite.

La préparation du coprah est fort simple. Elle comprend deux phases principales :

- 1° Séparation des enveloppes fibreuses;
- 2° Dessiccation au soleil ou au séchoir.

Les enveloppes fibreuses sont enlevées en projetant les noix avec force contre un pieu solidement fixé en terre dont l'extrémité libre est garnie d'une pointe métallique. — Le séchage à l'air libre se fait en exposant au soleil les noix préalablement cassées en deux ou trois morceaux à coups de marteau.

Pour produire un coprah de belle qualité, il est indispensable d'effectuer ces opérations avec propreté, d'avoir soin, par exemple durant le séchage, de mettre les noix cassées sur des nattes propres et de les recouvrir ou de les rentrer sous un abri lorsqu'il commence à pleuvoir.

Ces précautions ne sont malheureusement pas toujours prises par les indigènes. Elles sont cependant essentielles, car elles exercent une grosse influence sur le prix de vente; l'écart entre les coprahs mal préparés et les bons peut atteindre et dépasser 50 francs par tonne.

Enfin l'importance des beaux coprahs tend à augmenter depuis que l'on se sert de l'huile de coco pour préparer des graisses alimentaires de très belle qualité, dont l'usage mérite certainement d'être encouragé.

Les coprahs les plus appréciés sont produits à Cochîn, dans l'Extrême-Sud-Ouest des Indes anglaises. Cette supériorité est due à l'emploi exclusif de cocos parfaitement mûrs et à la propreté avec laquelle on conduit la dessiccation.

On compte en moyenne qu'il faut de 4 500 à 6 000 cocos pour produire une tonne de coprah.

Les principaux pays exportateurs de coprah sont :

Les Indes néerlandaises : 93 000 tonnes en 1900;

Les Philippines : 82 000 tonnes en 1903;

Ceylan : 36 000 tonnes en 1903;

La Polynésie ;

Zanzibar;

Les Seychelles, etc.

Les seules colonies françaises produisant un peu de coprah sont nos établissements de l'Océanie, la Nouvelle-Calédonie et ses dépendances, puis enfin l'Indo-Chine; leur production totale ne dépasse guère 15 à 20 000 tonnes par an.

La France absorbe annuellement près de 100 000 tonnes de coprah; ces

importations proviennent surtout des Indes néerlandaises, de Ceylan et des Philippines.

Notre production coloniale étant absorbée en partie par l'Amérique et l'Australie, les possessions françaises ne fournissent pas même le dixième de ce qui nous est nécessaire.

La majeure partie du coprah est importée par Marseille.

L'huile de coco est largement employée par l'industrie, notamment pour faire du savon qui possède la propriété d'être sensiblement plus soluble dans l'eau de mer que les savons fabriqués avec d'autres matières grasses.

On l'utilise également, depuis quelques années, pour préparer une excellente graisse alimentaire dont l'emploi semble devoir se généraliser à cause de sa haute valeur alimentaire et de sa conservation parfaite.

Dans les régions où l'on trouve le *cocos nucifera*, les indigènes tirent parti de cette huile pour les usages les plus variés.

Elle est employée dans la préparation des aliments, comme médicament, comme cosmétique, etc. Elle possède, paraît-il, la propriété de faire repousser les cheveux et les Indiens lui doivent, assure-t-on, la beauté de leur chevelure. Son emploi pour cet usage pourrait donc peut-être être conseillé en Europe, si cette huile ne rancissait pas aussi vite et ne prenait pas, au bout de peu de temps, une odeur dont les noirs s'accommodent fort bien, mais qui affecte désagréablement l'odorat des Européens. Aux Indes on l'emploie également comme huile d'éclairage.

En Europe, son utilisation est relativement récente et ne remonte guère au delà du dernier siècle.

L'huile de coco est préparée soit aux colonies, par les indigènes ou les Européens, soit en Europe ou en Amérique, à une grande distance des centres de production.

Les procédés des indigènes sont assez variables. Ils fournissent, en général, environ 60 kilogrammes d'huile par 100 kilogrammes de coprah.

Des usines perfectionnées existent en Europe et aux colonies partout où l'outillage industriel est assez développé. Elles permettent d'extraire près de 70 kilos d'huile d'un quintal de coprah.

On admet qu'un cocotier de bonne production moyenne peut produire de 4 à 5 kilogrammes d'huile par an.

L'île de Ceylan est la région où cette industrie a fait les progrès les plus considérables. En 1903, cette île a expédié 33 800 kilogrammes d'huile, principalement en Angleterre, en Autriche, aux États-Unis, en Allemagne, en Belgique et en France.

Les Indes anglaises fournissent également un peu d'huile, il en est de même pour les Indes néerlandaises. En revanche, les Philippines n'en préparent point.

Le résidu de la préparation de l'huile de coco est connu sous les noms de « poonac » ou « tourteau de coco. »

Cette matière représente environ le tiers du poids du coprah transformé en huile.

Le poonac est un excellent engrais. Il constitue aussi un très bon aliment pour le bétail. En Europe, le poonac directement importé de la zone tropicale et le tourteau de coprah préparé sur place, sont largement utilisés par l'agriculture, principalement pour le bétail. Les éleveurs le classent dans la catégorie des aliments concentrés.

La France en consomme environ de 50 à 60 000 tonnes par an.

Je ne puis abandonner l'huile de coco sans dire un mot de la graisse alimentaire qu'elle sert à préparer depuis quelques années.

Cette graisse est connue sous les noms les plus variés : palmine, cocoïne, cocose, végétaline, nucoline, beurre végétal, etc. Elle est obtenue en épurant l'huile extraite en Europe des coprahs provenant de la zone tropicale.

La préparation de cette substance exige des coprahs très purs, préparés avec les plus grands soins.

L'épuration enlève à l'huile le goût et l'odeur extrêmement désagréables que ne tarde pas à acquérir le produit ordinaire des huileries.

Ainsi épuré, le beurre de coco est une graisse d'excellente qualité, de conservation parfaite, dont on fait un large usage en pâtisserie et dans les biscuiteries. Il possède une valeur alimentaire supérieure à celle du beurre animal, et peut, avec avantage, être substitué, sinon au beurre frais, du moins à toutes les graisses et au lard. On a reconnu de plus, que le beurre de coco se digère plus aisément que celui de vache. Son emploi est autorisé dans l'armée, un grand nombre d'hôpitaux commencent à l'utiliser.

Autre avantage, le beurre de coco de première qualité est deux fois moins cher que le beurre de vache.

Pour toutes ces raisons, les graisses alimentaires de belle qualité extraites des cocotiers méritent d'attirer l'attention. Leur fabrication est digne des plus sérieux encouragements.

Jusqu'à ce jour, le beurre de coco n'est pas préparé sur une grande échelle aux colonies. On a signalé cependant, il y a peu de temps, la création d'une fabrique de ce genre à Pondichéry.

En Europe, ces usines sont aussi peu nombreuses. Il n'en existe guère, à ma connaissance, qu'en France, en Allemagne et en Angleterre.

Chez nous, l'une des plus importantes appartient à la maison Rocca Tassy et de Roux, de Marseille qui produit environ 8 000 kilogrammes d'huile ou de végétaline par an. Ceci représente la récolte d'environ 60 millions de palmiers.

Cette indication suffit pour montrer l'importance de la fabrication de la végétaline au point de vue colonial.

Le « *dessicated coconut* », produit tiré également de l'albumen des cocotiers, est aussi d'origine récente.

On donne ce nom à l'amande fraîche, râpée et desséchée avec soin. Sous cette forme, la noix conserve presque entièrement la saveur qu'elle possède à l'état frais, et peut être exportée jusque dans les pays les plus éloignés des lieux de production. Sa composition est très voisine de celle des coprahs de très bonne qualité.

Le « *dessicated coconut* » est employé surtout pour faire des gâteaux et des bonbons. Son usage est très répandu et tend à prendre une extension de plus en plus grande en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne et d'une manière générale dans toute l'Europe septentrionale, en Australie, en Chine, etc. En revanche, ce produit est à peine connu en France.

Cette industrie est surtout développée à Ceylan. C'est d'ailleurs dans cette île qu'elle paraît avoir pris naissance. Elle s'est également implantée aux États-Unis qui utilisent, dans ce but, les cocos frais importés des Antilles, du Nord de l'Amérique du Sud, de l'Amérique centrale et des Iles du Pacifique.

On a signalé, il y a une dizaine d'années à Tahiti, une tentative de préparation industrielle du *dessicated coconut*. Ce produit y était désigné sous le nom de « farine de coco », il était destiné à la consommation de l'Amérique du Nord. Après quelques années de prospérité, cette tentative a été ruinée par une modification du régime douanier des États-Unis, établi au profit des fabricants américains.

La préparation telle qu'elle est faite à Ceylan comporte quatre opérations principales :

- I. Réception des noix et extraction des amandes ;
- II. Râpage ;
- III. Dessiccation ;
- IV. Emballage.

On estime qu'il faut 6 à 8 noix pour fabriquer un kilogramme de *dessicated coconut*.

A Ceylan, seul pays exportant des quantités appréciables de ce produit, le « *dessicated coconut* » a figuré, pour la première fois, dans les statistiques commerciales de 1891, pour 642 tonnes. En 1903, les envois ont atteint 8 000 tonnes.

Presque tout est expédié en Angleterre, aux États-Unis, en Allemagne, en Belgique et en Hollande. La France en a reçu seulement 29 000 kilogr. en 1903.

Un autre produit très important fourni par les noix est le coïr ou fibre de coco.

Le coïr sert principalement à faire des cordages remarquables pour leur légèreté et leur élasticité et résistant très bien à l'eau de mer, mieux que le chanvre à l'état naturel ou même goudronné.

On l'utilise également pour calfater les embarcations, pour confectionner des filets de pêche, des hamacs, des vêtements grossiers. — On l'emploie en outre pour faire des brosses, des balais, des coussins, des tapis et des cloisons de maisons démontables, pour rembourrer des selles, etc.

Les filaments du coïr sont, à l'état naturel, accolés les uns aux autres. Il faut les séparer. Ce résultat s'obtient au moyen de rouissage et en frappant les enveloppes à coups de maillet.

La fibre de coco est préparée sur une grande échelle seulement aux Indes anglaises et à Ceylan, mais sa fabrication semble connue de tous les habitants de la zone équatoriale pour les besoins locaux.

A Ceylan, la préparation industrielle européenne comprend : un rouissage ; un cardage à la machine ; un lavage ; un séchage ; un cardage à la main ; le triage et l'emballage.

On produit ainsi des fibres de diverses qualités dont les meilleures sont utilisées pour faire des brosses, des tapis, etc. Cet article est très demandé en Angleterre. A l'heure actuelle, Ceylan exporte annuellement plus de 12 000 tonnes de coïr.

Sous forme de cordages pour navires, il est expédié à Singapore. Sous forme de fibre brute et de fil, il est principalement envoyé en Angleterre.

La France en a reçu de Ceylan seulement 100 tonnes en 1903, alors que le Royaume-Uni en a fait venir plus de 6 millions de kilogrammes.

Les produits que nous venons de passer en revue indiquent seulement les emplois les plus importants de la noix de coco. Il existe encore bien d'autres usages méritant d'être signalés. Nous citerons par exemple :

1° L'utilisation de la crème moelleuse contenue dans le fruit avant la maturité.

2° L'emploi de la noix fraîche, principalement dans certaines contrées comme les Tuamotou. A l'état frais, l'Europe et l'Amérique du Nord consomment beaucoup de cocos. D'autre part, la consommation indigène absorbe la moitié de la récolte totale.

3° L'eau de coco.

4° Le lait de coco.

5° La pomme de coco.

6° L'emploi des coques comme combustibles et ustensiles de ménage.

7° De l'inflorescence on tire un liquide sucré connu sous le nom de toddy, dont les Européens habitant les Indes anglaises apprécient beaucoup les propriétés laxatives.

Le toddy entre rapidement en fermentation et donne le vin de coco dont on extrait un alcool de bonne qualité. Si la fermentation continue, l'alcool est détruit et l'on obtient le vinaigre de cocotier.

Le toddy renferme 14 p. 100 de sucre. Ce sucre, appelé jaggery, est préparé sur une grande échelle aux Indes et à Ceylan où des plantations entières sont uniquement consacrées à la récolte du sucre et de l'alcool.

A Ceylan, l'arack est une source importante de revenu pour la colonie, qui obtient de cette façon environ le huitième de ses recettes. La production annuelle de cette île est évaluée à 50 000 hectolitres. Cet alcool est presque entièrement consommé sur place.

Signalons enfin que les feuilles fraîches constituent un excellent fourrage, qu'elles sont utilisées pour la vannerie et pour confectionner des cloisons légères ou pour couvrir des cases indigènes. Du bourgeon terminal on tire un chou palmiste d'excellente qualité. Enfin la partie externe de la base du tronc fournit un bois d'ébénisterie désigné en anglais sous le nom de Porcupinewood.

En résumé, il existe peu de plantes se prêtant à des usages aussi importants et aussi nombreux que le cocotier, sa culture mérite donc d'être très largement encouragée dans la zone tropicale partout où il trouve climat et terrain convenables.

Sous ce rapport il est regrettable de constater que nos colonies sont en retard sur les pays étrangers; aussi doit-on s'efforcer de vulgariser le cocotier et répandre sa culture.

C'est ce que le général Gallieni n'a pas manqué de faire dès son arrivée à Madagascar.

Il a pris, dans ce but, il y a quelques années, la décision de faire distribuer gratuitement tous les ans près de 100 000 noix pour semis aux indigènes des côtes Est et Ouest et surtout du Nord-Ouest, région qui semble particulièrement convenir au *cocos nucifera*.

D'autre part, le gouvernement général s'efforce, avec le précieux et dévoué concours de M. Dybowski, inspecteur général de l'agriculture coloniale, de rechercher expérimentalement les meilleures méthodes culturales à mettre en usage pour cette plante. On peut espérer ainsi voir le cocotier devenir une nouvelle source de richesses et de prospérité pour les colons et les indigènes de la grande Ile africaine.

ARTS MÉCANIQUES

EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE AUX ABORDS DE LA GARE SAINT-LAZARE,
par **M. Robert Dubois**, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer
de l'Ouest (1).

A. — INTRODUCTION

Faits généraux. — Le 4 juillet 1904, vers 11 heures du matin, la chaudière de la machine locomotive numéro 626 de la Compagnie de l'Ouest fit explosion aux abords de la gare Saint-Lazare. Cette machine était alors en stationnement dans la tranchée qui s'étend entre le Pont de l'Europe et le tunnel des Batignolles.

L'explosion fut d'une extrême violence : la machine fut brisée dans toutes ses parties et réduite en pièces. Les fragments de la chaudière, projetés pour la plupart à grande distance, vinrent s'abattre dans les rues et sur les maisons ; on en retrouva dans tout le quartier et c'est miracle que personne n'ait été atteint par cette pluie de projectiles. On n'eut à déplorer que quelques blessures insignifiantes produites par des projections de pierres et de gravier. Tout se réduisit en définitive à des dégâts matériels dont la valeur a atteint 200 000 francs environ.

Enquêtes diverses. — La recherche des causes de cette explosion a été poursuivie parallèlement de trois côtés différents.

M. Périssé, expert nommé par le juge d'instruction, a résumé la partie technique de son rapport dans une note parue dans le journal *le Génie civil* (tome XLV, n° 10, page 169).

MM. les ingénieurs du contrôle n'ont rien publié de leur travail, mais M. Frémont, ingénieur civil, qu'ils s'étaient adjoint, a exposé ses idées personnelles sur les causes de l'accident dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement (mars 1905).

(1) Communication faite le 23 juin 1905.

Enfin, les ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest ont longuement et minutieusement interrogé les morceaux et c'est le résultat de leurs investigations que nous venons présenter aujourd'hui.

M. Périssé attribue l'accident à des effets de dilatation et de contraction qui auraient entraîné une désorganisation progressive de la partie inférieure de la tôle du corps cylindrique en avant de la boîte à feu. C'est au point A, fig. 4, qu'il place l'origine de l'explosion.

M. Frémont soutient que l'explosion a commencé dans la hanche gauche de la plaque avant de la boîte à feu, au point z, fig. 47, qu'elle est due à la fragilité du métal et qu'elle est la conséquence d'une fissure ancienne dont il admet l'existence *a priori*.

Nous croyons, avec les ingénieurs de la Compagnie qui se sont occupés de la question, que l'explosion a pour origine la chute du ciel du foyer. C'est également l'opinion de M. Walckenaer qui a examiné avec le plus grand soin les débris de la chaudière. Toutefois il ne nous a pas été possible de remonter plus haut et de préciser les causes de cette chute.

Les trois enquêtes aboutissent donc à des conclusions nettement divergentes ; on ne saurait s'en étonner, car la chaudière est fragmentée de telle manière, qu'on est tenté de voir dans chaque morceau l'origine de l'explosion.

Méthode spéciale de recherche. — En présence de la difficulté de trouver directement le point où manifestement la chaudière avait cédé, nous avons cherché, en dehors de toute idée d'origine, quels avaient dû être les mouvements des différentes pièces, pensant pouvoir en dégager le mécanisme de l'explosion et par suite remonter à l'origine de l'accident.

Pour rechercher ces mouvements, nous avons interrogé non seulement les morceaux de la chaudière mais aussi toutes les pièces environnantes. Une chaudière de locomotive se prête admirablement à une étude de ce genre et en particulier la chaudière dont nous nous occupons. Ensermée entre les longerons, les traverses et les roues, voisine du mécanisme, cette chaudière n'a pu se dégager par explosion de ce réseau sans le heurter violemment, et par suite sans laisser et recevoir des marques qui doivent nous éclairer sur les phénomènes qui se sont passés. Malheureusement, les pièces projetées ont été de nouveau déformées dans leur chute, et sur ce système de marques et de déformations utiles pour l'étude, vint s'en greffer un second qui embrouilla fortement le premier. C'est donc après avoir observé toutes les déformations, toutes les marques, même les moindres, après avoir identifié ces traces et discuté les mouvements relatifs qui ressortaient de cet examen que nous avons pu nous faire une opinion.

Cette simple énumération montre qu'une étude de ce genre nécessite une connaissance approfondie de la machine. Quelques explications sur sa constitu-

tion sont donc indispensables pour la compréhension et la discussion des phénomènes qui se sont produits.

Description de la locomotive. — Examinons d'abord la chaudière : elle est munie d'un foyer très profond, à fermes longitudinales suspendues par des tirants réglables (fig. 1, 2, 3); à l'intérieur du foyer se trouve une voûte en

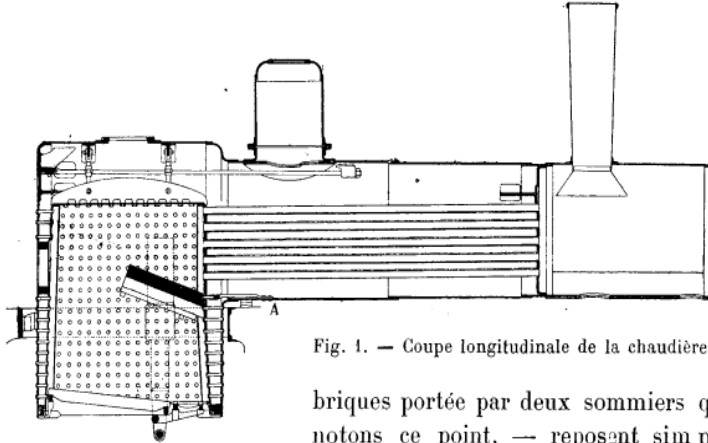


Fig. 1. — Coupe longitudinale de la chaudière.

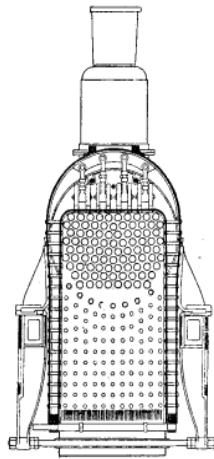


Fig. 2. — Coupe transversale du foyer (la voûte est supposée enlevée).

briques portée par deux sommiers qui, — notons ce point, — reposent simplement sur des goujons vissés dans le foyer. On remarque à l'extérieur du foyer : 1° sur les faces latérales de la boîte à feu, deux grosses consoles renversées par lesquelles la chaudière s'appuie sur le châssis et deux petits supports qui nous serviront de point de repère; 2° sur la face arrière une pièce en forme de talon qui empêche la chaudière de se déplacer latéralement. A mentionner également un robinet de vidange sur la face droite de la boîte à feu en bas et en avant, une poche de vidange sous le corps cylindrique et un jette-feu porté par le cadre du foyer.

Passons au châssis : il est monté sur deux essieux accouplés, entre lesquels descend le foyer de la chaudière et porté à

l'avant par un bogie; les longerons principaux sont extérieurs aux roues, mais il existe intérieurement deux petits longeronnets qui embrassent le foyer (fig. 1, 2, 3, 4, 5); ces longeronnets sont assemblés au caisson arrière de la machine et réunis à l'avant du foyer par une traverse qui vient elle-même s'assembler

avec un longeron médian. Les cylindres sont intérieurs et l'essieu coudé moteur est muni d'une boîte centrale à sa rencontre avec ce longeron médian. De chaque côté, entre les roues, les longeronnets sont réunis aux longerons prin-

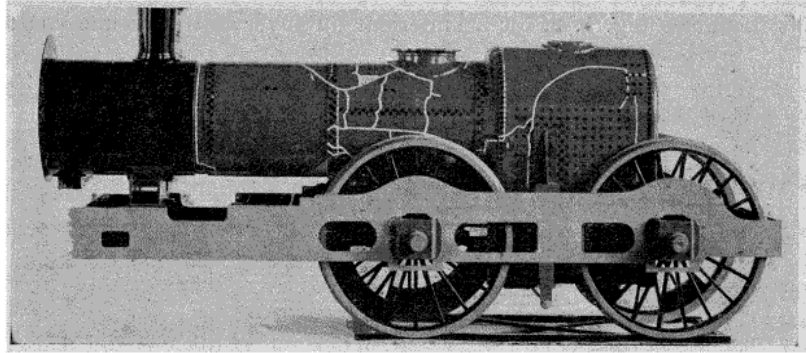


Fig. 3. — Modèle de la machine (ne comportant que les parties essentielles).

cipaux par des pièces en acier moulé qui servent de supports à la chaudière; descendent très bas et sont entretoisées entre elles par un tirant qui

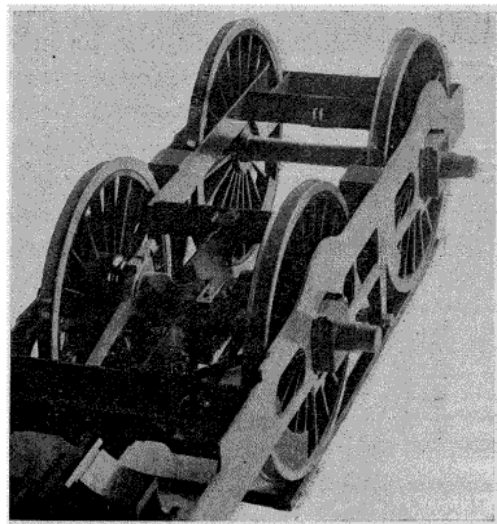


Fig. 4. — Modèle du châssis (la chaudière enlevée).

passé sous le foyer sensiblement à l'aplomb de l'arbre du jette-feu. Enfin, le caisson d'arrière porte un guide en forme d'U dans lequel vient s'engager le talon d'arrière de la chaudière.

Cette locomotive faisait partie d'une série de 15 machines (série 621 à 635) construites en 1888 par la Compagnie de Fives-Lille. En 1900, elle subit dans les ateliers de la Compagnie de l'Ouest d'assez grosses modifications et une réparation importante à sa chaudière; on remplaça en particulier le foyer, la plaque arrière, la demi-plaque avant et les parties basses du pourtour de la boîte à feu, d'où la présence d'une ligne horizontale de rivets d'assemblage qui se trouvaient derrière les longeronnets quand la chaudière était sur son châssis.

Circonstances de l'explosion. — Le 4 juillet 1904, la machine 626, remorquant un train de Mantes, était arrivée en gare Saint-Lazare à 8 h. 54 et devait en repartir à midi. En attendant son heure de départ on l'avait garée dans la

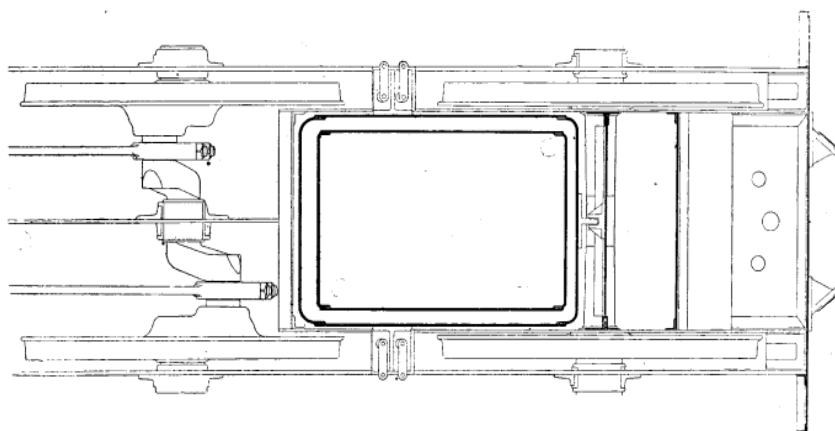


Fig. 5. — Vue en plan du châssis avec coupe horizontale du foyer.

tranchée de l'Europe. Pendant ce stationnement les deux agents de la machine étaient normalement au repos et remplacés, au point de vue de la surveillance, par des agents à poste fixe du dépôt de Saint-Lazare. A 10 h. 45 la machine fit explosion sans qu'aucun phénomène extérieur eût appelé préalablement l'attention sur elle.

Les effets produits par cette explosion sont encore certainement dans toutes les mémoires; les Revues illustrées, les journaux techniques ont donné de nombreuses photographies prises après l'accident, aussi rappellerons-nous seulement très brièvement les faits :

La machine se trouvait au point A (fig. 6). Il ne resta à cet endroit, après l'accident, comme pièces principales de la chaudière, que le ciel du foyer qui était tombé entre les roues au milieu du châssis éventré. Les principaux débris de la chaudière s'étaient dispersés dans les directions suivantes : la face

gauche et la face arrière du foyer formant un morceau, et le berceau de la boîte à feu étaient allés tomber rue de Berne, en B, après s'être élevés au moins à 50 mètres de hauteur; la face droite du foyer, après avoir frappé la corniche de la halle aux messageries était tombée près du pont de l'Europe en C; la face

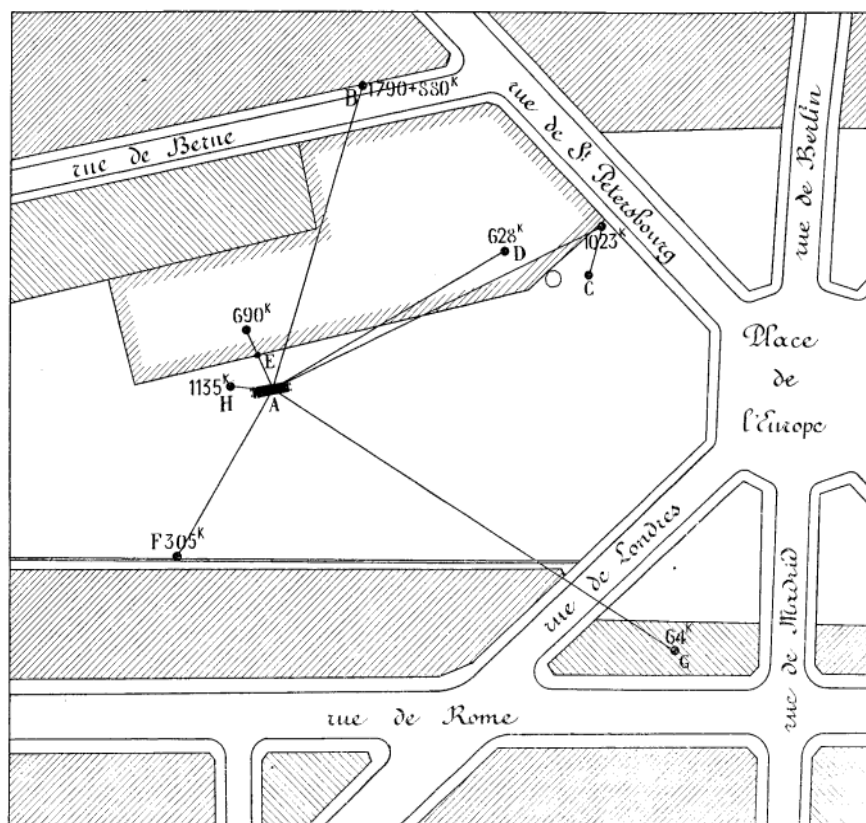


Fig. 6. — Plan de la tranchée de l'Europe.

avant de la boîte à feu s'était abattue en D au premier étage de la halle aux messageries après avoir traversé la charpente métallique de la toiture; le corps cylindrique avait en grande partie passé au travers de la poutre en treillis qui supporte la halle aux messageries en E, un autre morceau du corps cylindrique avait traversé la tranchée de l'Europe et était venu frapper le mur de soutènement du côté de la rue de Rome en F; un panneau appartenant à la face gauche et à l'avant de la boîte à feu tomba sur le toit de l'immeuble qui porte le

n° 50 de la rue de Rome en G ; le faisceau tubulaire fut projeté à l'avant de la machine dans la direction du tunnel des Batignolles en H ; enfin, quelques morceaux dont la position précise n'a pas été relevée furent trouvés au milieu ou aux abords du châssis.

Ce châssis, resté sur place, était également brisé ; l'essieu moteur était rompu

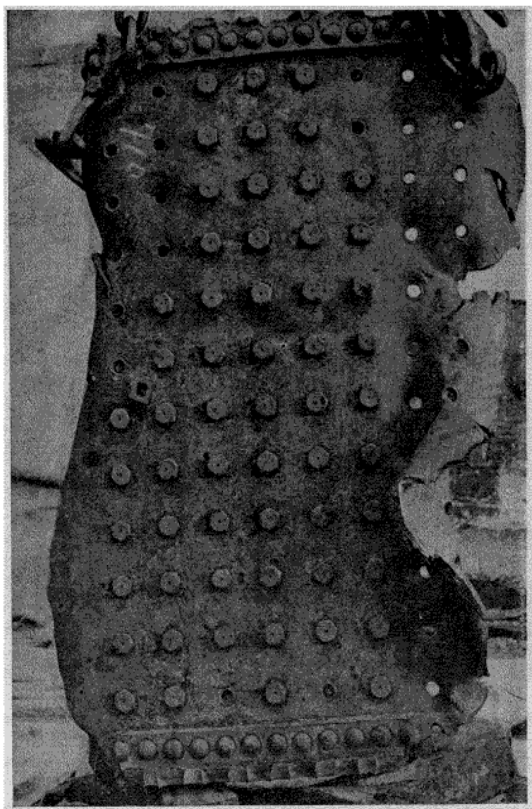


Fig. 7. — Ciel du foyer vu du dessous.

et une de ses roues en partie cassée ; le longeron du milieu était tordu et rejeté vers la droite ; enfin la traverse avant de la boîte à feu, séparée du petit longeron de gauche, était appliquée contre la roue de droite de l'essieu moteur.

Ordre de l'exposé. — Ces quelques faits rappelés, nous allons passer à une étude méthodique des morceaux et indiquer les principales déductions que l'on tire des observations faites.

Cette étude portera d'abord sur l'intérieur du foyer et sur la manière dont

le ciel du foyer est tombé. Nous verrons ensuite quelles ont été les conséquences immédiates de cette chute, comment on en déduit que le ciel est tombé alors que la chaudière était encore en place et quel a été le mouvement de l'ensemble de la boîte à feu. Dans une troisième partie nous indiquerons comment l'explosion s'est transmise au corps cylindrique et nous déterminerons le mode de

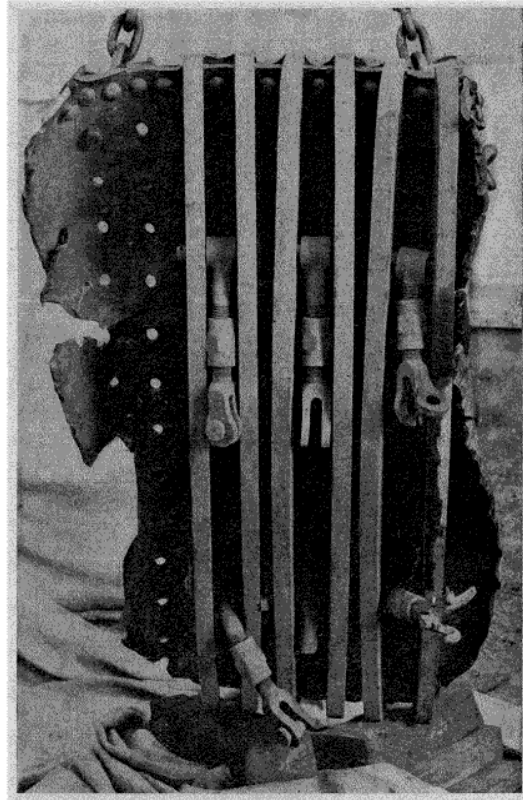


Fig. 8. — Ciel du foyer vu de dessus.

rupture de ce dernier. Nous étudierons ensuite le mouvement de la face avant de boîte à feu et les conséquences de ce mouvement. Dans la cinquième partie nous résumerons les phases successives de l'explosion. Enfin nous établirons nos conclusions.

B. — CHUTE DU CIEL DU FOYER

Observation des traces. — En examinant le ciel du foyer (fig. 7 et 8) on constate que cette pièce s'est détachée en entraînant le rebord supérieur de la

plaque tubulaire et celui de la plaque arrière; de plus, on est frappé de la forme générale de ses deux côtés qui, au lieu d'être tournés vers le bas, sont franchement rebroussés vers le haut (sauf un point déformé ultérieurement) et déjà cet aspect donne l'impression que le ciel s'est séparé des deux côtés par un mouvement de haut en bas. On remarque également la forme dentée de la partie de la plaque arrière qui s'est détachée avec le ciel; les extrémités des fermes constituent les dents de cette découpe.

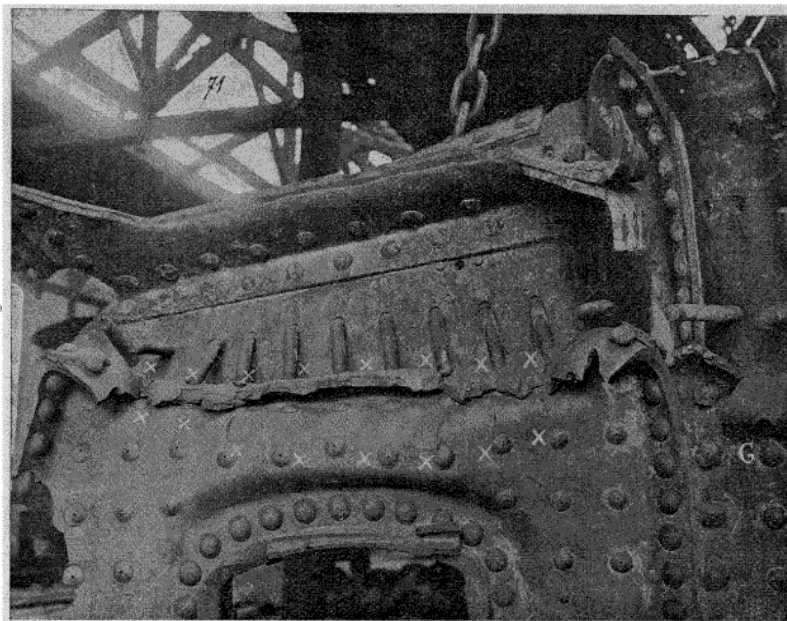


Fig. 9. — Face arrière du foyer; partie supérieure vue de l'intérieur du foyer.

Sur la face arrière du foyer (fig. 9) on trouve la contre-partie de cette découpe et les traces indéniables du passage de l'extrémité des fermes; on y constate également un écrasement général du cuivre sous l'action d'une force verticale. A droite de la même figure on aperçoit la partie arrière de la face gauche du foyer dont la forme rabattue en G indique nettement que la déchirure s'est produite par tirage vers le bas; cette même forme d'arrachement existe d'ailleurs sur toute la longueur de la ligne de rupture en haut de la face gauche (fig. 10) et se retrouve du côté droit (fig. 11). Ces différentes déformations du ciel et des faces latérales montrent donc que le ciel est tombé avant que le foyer ne fût mis en pièces, et que sa chute ne saurait être le résultat de l'écartement des parois.

En continuant à étudier l'intérieur du foyer on voit sur la paroi de gauche

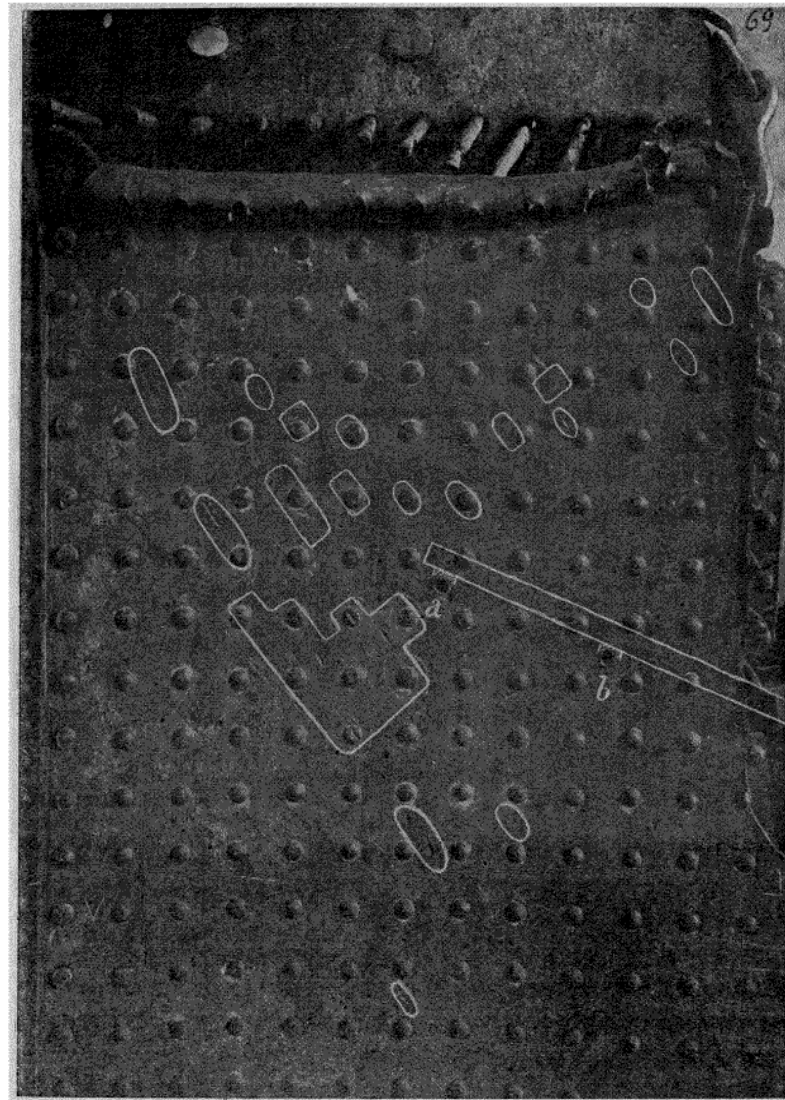


Fig. 10. — Face gauche du foyer vue de l'intérieur du foyer. — A gauche le bord de la face arrière, à droite en dehors de la figure la plaque tubulaire. Les marques ont été entourées d'un trait blanc; la place du sommier de voûte est également indiquée par un tracé blanc.

(fig. 10) une série de petites marques (entourées d'un trait blanc sur la photographie), qui s'alignent suivant des arcs concentriques dont le centre est en

haut de cette paroi à droite, à la rencontre du ciel avec la plaque tubulaire. Ces mêmes marques se retrouvent également sur la face droite, plus nettement accentuées encore, mais le repliement de cette face droite n'a permis d'en faire que des photographies partielles (fig. 11 et 12). Ces traces, dont les directions sont les mêmes des deux côtés du foyer, ne peuvent avoir été produites que par le

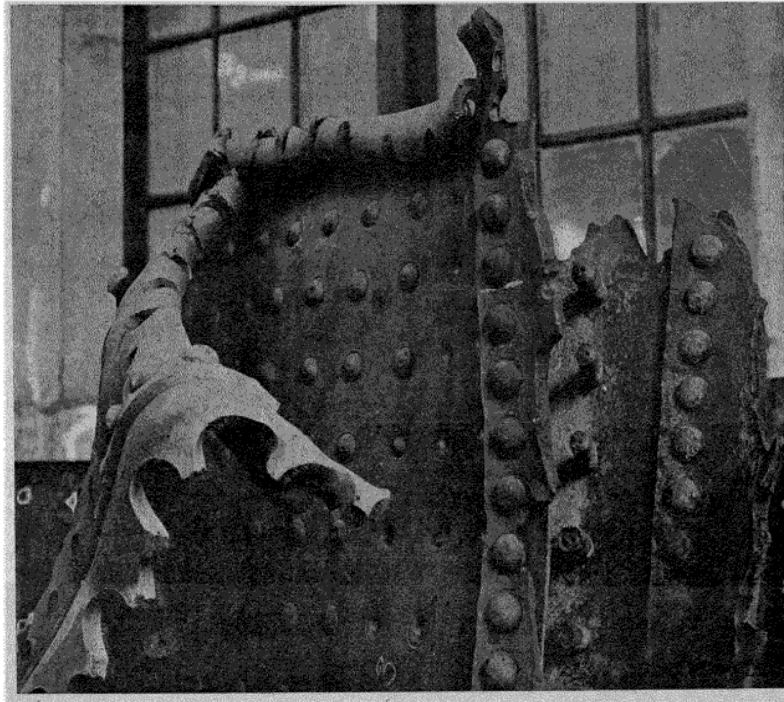


Fig. 11. — Face droite du foyer; partie supérieure, vue de l'intérieur du foyer. (À droite et en avant le bord de la face arrière, à gauche un morceau de la plaque tubulaire. — Cette face a été partiellement repliée sur elle-même.)

ciel alors qu'il tombait en tournant autour de l'arête supérieure de la plaque tubulaire.

Nous allons d'ailleurs, en poursuivant notre examen, trouver la confirmation la plus nette de ce fait : sur la face gauche du foyer (fig. 10) deux trous *a* et *b* montrent l'emplacement de deux des supports du sommier de voûte sur lequel nous avons appelé l'attention au cours de la description de la chaudière; ce sommier de voûte est représenté par un tracé en traits blancs et se continue à droite de la figure devant une place où le métal a été enlevé par découpage après l'explosion. En ce point se trouvait une forte poche qui s'est formée vers

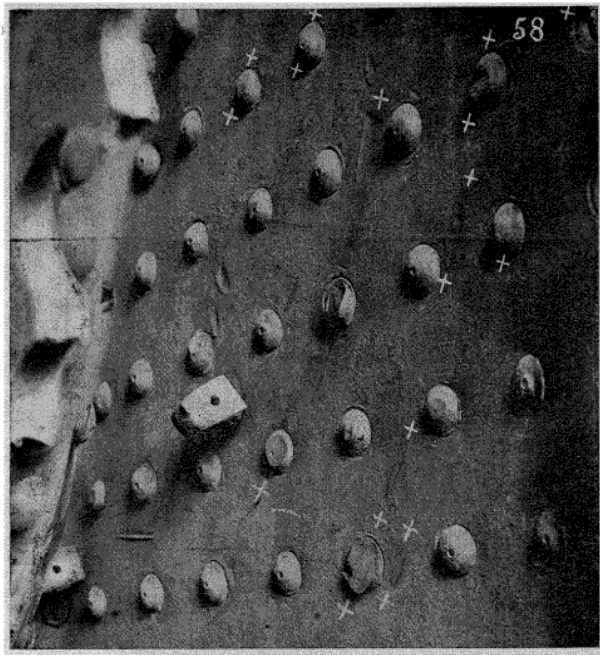


Fig. 12. — Face droite du foyer, partie médiane vue en biais de l'intérieur du foyer. (A gauche un morceau de la plaque tubulaire comme sur la figure 11.)

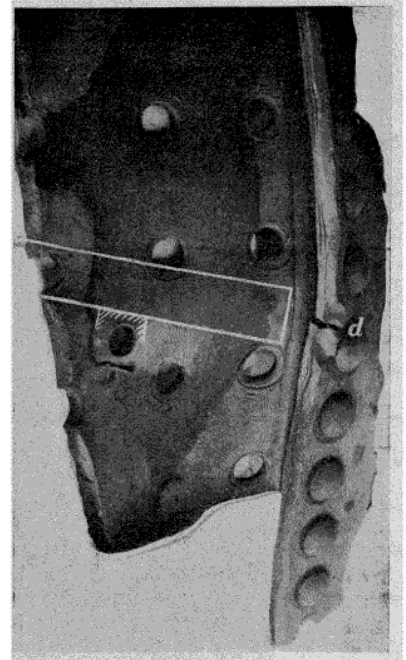


Fig. 13. — Face gauche du foyer. Partie basse de la poche formée près de la plaque tubulaire vue de l'intérieur du foyer. (Le tracé blanc indique la place du sommier de voûte.)

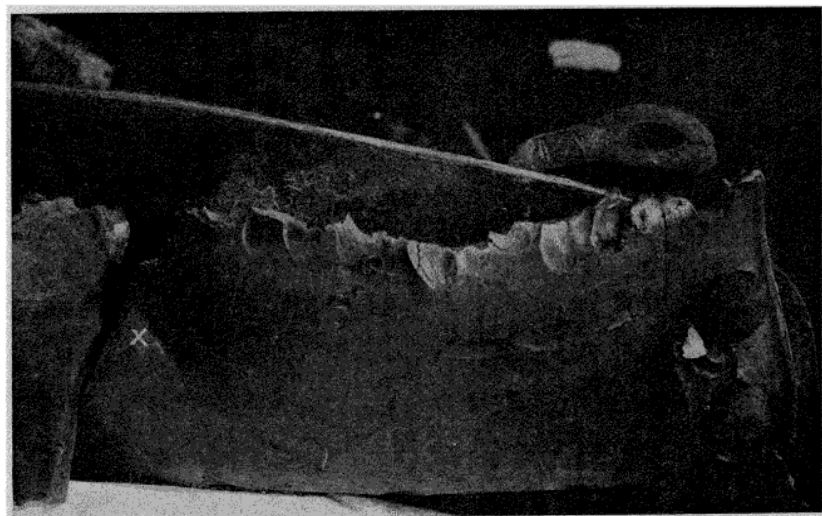


Fig. 14. — Ciel du foyer vu de côté. Partie arrière gauche (en dessus les fermes du foyer, à droite le rebord supérieur de la face arrière).

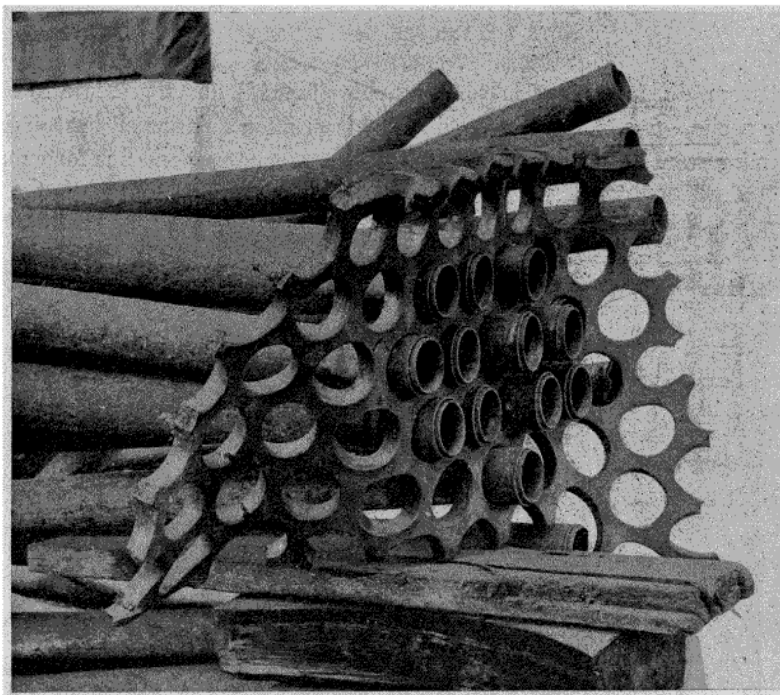


Fig. 15. — Plaque tubulaire du foyer. Partie restée adhérente au faisceau tubulaire.

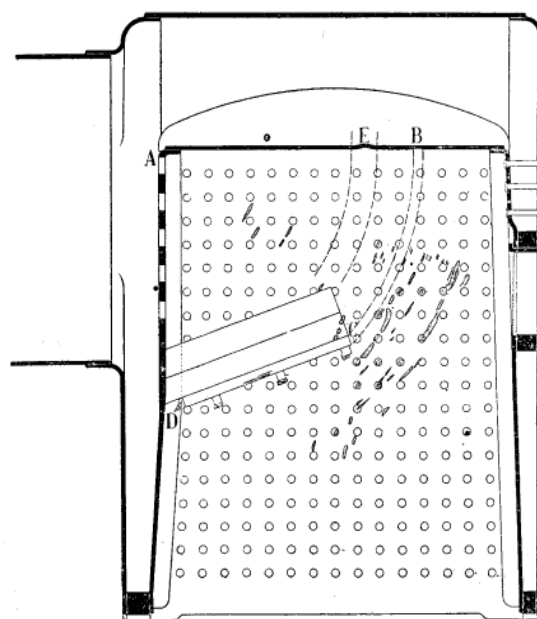


Fig. 16. — Coupe longitudinale du foyer. (Les traces relevées sur la face gauche sont hachurées verticalement; celles relevées sur la face droite sont hachurées horizontalement.)

Tome 107. — Juillet 1903.

59

l'intérieur du foyer. Sur la photographie (fig. 13) qui représente le bas de cette poche, on a très exactement indiqué la position qu'occupait l'extrémité du sommier avant l'explosion; au tracé de ce sommier correspond une forte marque

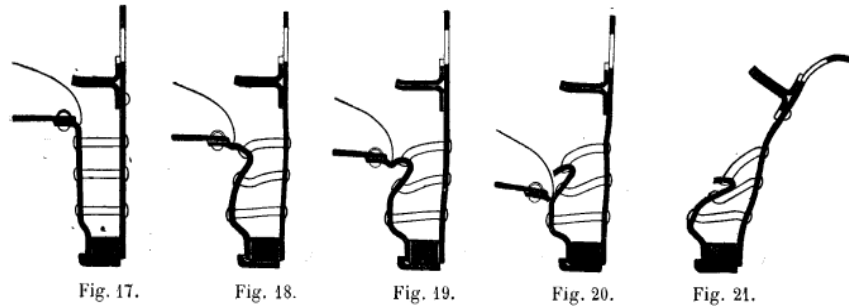


Fig. 17 à 21. — Coupes longitudinales du foyer au milieu de la face arrière. Déformations successives de cette face.

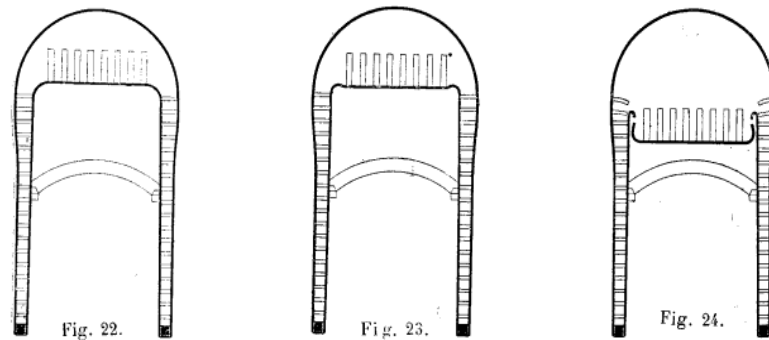


Fig. 22 à 24. — Coupes transversales du foyer. Déformations successives des côtés du c et du haut des faces latérales.

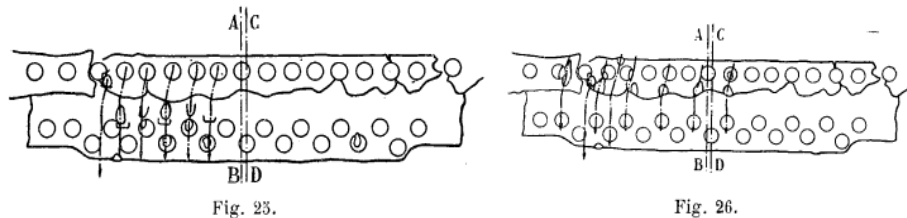


Fig. 25 et 26. — Choc de la partie arrière du ciel contre le bas de la plaque tubulaire (AB axe du ciel, CD axe de la plaque). — Fig. 25 : Production des traces sur la plaque tubulaire. — Fig. 26 : Production des traces sur le ciel du foyer.

imprimée en *d* sur le rebord de la plaque tubulaire qui est resté adhérent au morceau que nous étudions; cette marque ne peut avoir été faite que par le sommier glissant sur ses supports, par suite d'un choc reçu à l'autre extrémité, choc dû évidemment à la chute du ciel, qui, dans son mouvement de rotation,

est venu frapper le bout arrière du sommier; une empreinte trapézoïdale (fig. 14) relevée sur la partie gauche du ciel ne laisse aucun doute à ce sujet. Du côté droit du foyer on retrouve sur le rebord de la plaque tubulaire une

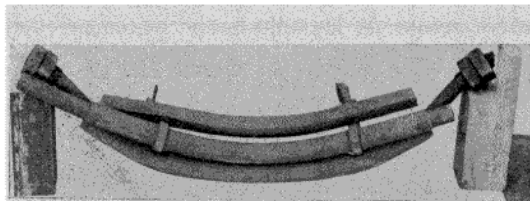


Fig. 27. — Arbre du jette-feu posé sur l'entretoise des supports en acier moulé.

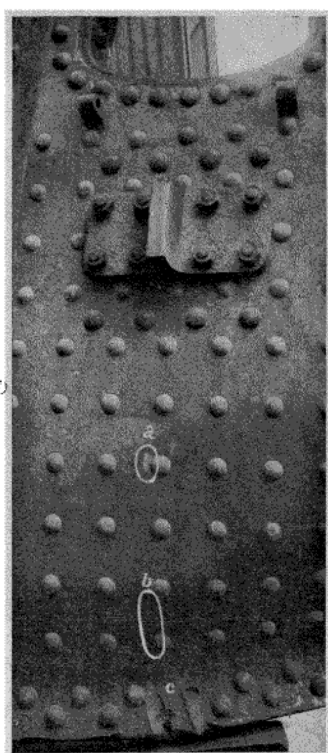


Fig. 28. — Face arrière de la boîte à feu. Traces du guide du talon d'arrière de la chaudière.

trace identique à celle relevée du côté gauche et identiquement placée; on voit aussi sur le côté droit du ciel une marque symétrique de la marque trapézoïdale observée du côté gauche. Le ciel du foyer dans sa rotation est donc venu frapper le sommier de droite comme il est venu frapper celui de gauche.

En examinant le haut de la plaque tubulaire (fig. 15) à l'endroit où se trouve la contre-partie du rebord de cette plaque restée adhérente au ciel du foyer, on constate que le métal a été déformé par pliage; c'est là que se trouvait la charnière autour de laquelle le ciel a tourné. Cette dernière s'est

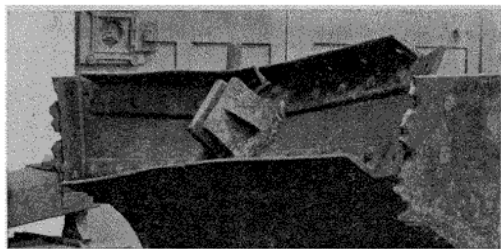


Fig. 29. — Guide du talon d'arrière de la chaudière (relevé par le choc de la chaudière).

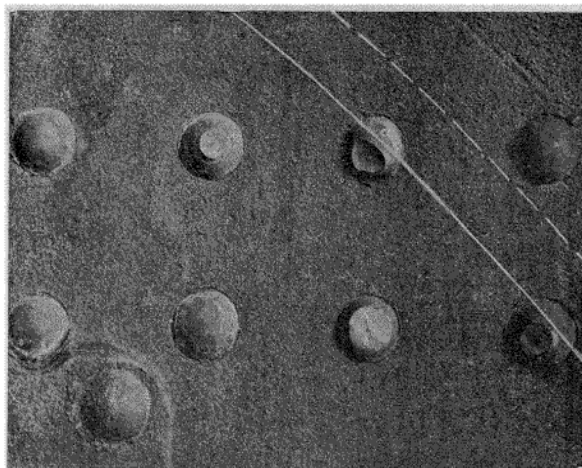


Fig. 30. — Partie de la face droite de boîte à feu. En bas à gauche l'angle du support d'arrière (voir fig. 36 la position de ce support). Le tracé en pointillé représente la position normale de l'extérieur du bandage de la roue arrière droite; le tracé en plein, la position relative au moment où la boîte à feu a frappé la roue.

ensuite rompue, et l'arrière du ciel est venu frapper sur le bas de la plaque tubulaire; on relève en effet sur le bas de cette plaque des marques profondes produites par les têtes de rivets de la partie arrière du ciel; réciproquement, cette partie arrière porte de fortes empreintes résultant du choc du bas de la plaque tubulaire contre la double rivure du cadre.

Étude du mouvement. — Pour bien préciser toutes ces observations relatives

à la chute du ciel du foyer, nous avons fait des relevés de toutes les traces que nous avons étudiées. La constitution même du foyer, avec ses rivures et ses lignes d'entretoises bien déterminées, nous a permis de reporter ces traces très exactement sur les dessins malgré la déformation de certaines parties des pièces.

La figure 16 est une coupe longitudinale du foyer sur laquelle on a indiqué les traces relevées à la fois sur la paroi de gauche et sur celle de droite. Toutes ces traces ont leur centre aux environs du point A. En B on a reporté les deux traces relevées de chaque côté du ciel du foyer; les arcs de cercle

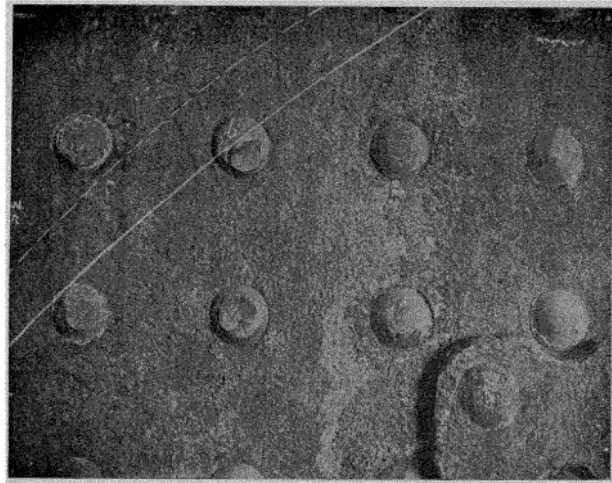


Fig. 31. — Partie de la face gauche de boîte à feu. En bas à droite l'angle du support d'arrière (partie symétrique de celle représentée sur la fig. 30; les tracés blancs ont la même signification).

tracés avec le point A comme centre montrent comment ces marques ont été faites au contact des extrémités arrière C des sommiers de voûte; en D sont les traces produites par les extrémités avant de ces sommiers. En E on a reporté une dépression relevée sur le ciel du foyer (dépression visible sur la photographie de l'intérieur du ciel de foyer (fig. 7) et produite lors de la rencontre du ciel avec le sommet de la voûte. Les figures 17 à 21 ont été établies à la suite d'essais faits avec des lames de plomb, afin de déterminer les déformations qu'avait pu subir la face arrière du foyer pour passer de la forme normale (fig. 17) à la forme (fig. 21) relevée au milieu de la face arrière sur la pièce déformée par l'explosion. La figure 18 montre le commencement de l'aplatissement; sur la figure 19 cet aplatissement est plus accentué et la déchirure se produit à l'extrémité des fermes. Sur la figure 20 ces fermes viennent tracer les marques observées sur la face arrière du foyer (fig. 9). Enfin quand le berceau s'est

séparé de la plaque arrière de la boîte à feu, la pièce a pris sa forme définitive.

Les trois figures schématiques 22, 23 et 24 ont été établies pour montrer comment les côtés du ciel et le haut des faces latérales du foyer se sont déformés : la figure 22 est une coupe transversale, le ciel étant en place ; la

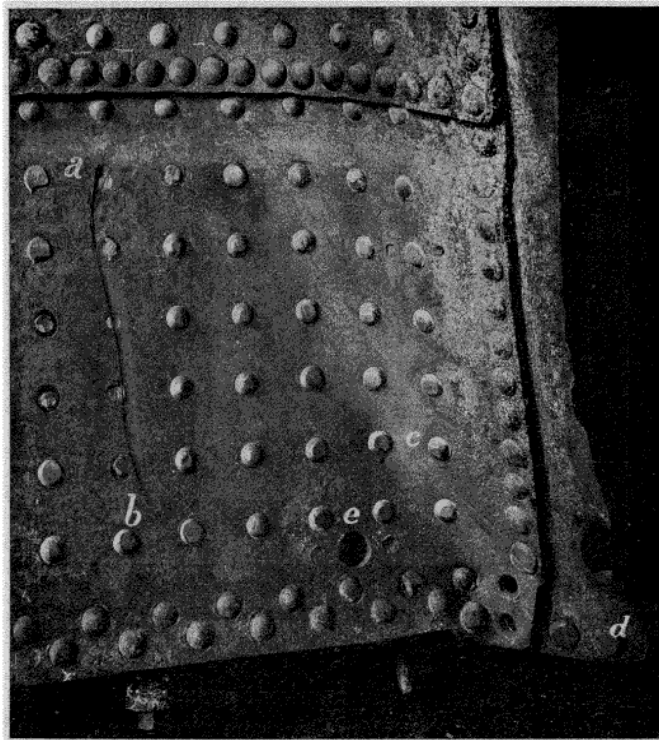


Fig. 32. — Face droite de boîte à feu. Partie inférieure en regard du support en acier moulé.

figure 23, la même coupe dans laquelle le ciel commence à tomber ; la figure 24 fait saisir la déformation finale après la rupture.

Les deux figures 25 et 26 montrent le mouvement de la partie arrière du ciel venant glisser contre le bas de la plaque tubulaire ; l'intérieur du ciel y est supposé vu par transparence. Sur la figure 25 on a marqué seulement les traces produites sur la plaque tubulaire par les rivets du ciel et sur la figure 26 les traces faites sur le ciel lors de sa rencontre avec les rivets du bas de la plaque. Les lignes en pointillé indiquent sur les deux figures le mouvement relatif du ciel par rapport à la plaque tubulaire, tel qu'il résulte de la position des diffé-

rentes traces relevées. On remarquera que l'axe longitudinal du ciel est venu se mettre en coïncidence presque parfaite avec l'axe de la plaque tubulaire.

La manière dont le ciel du foyer est tombé est donc parfaitement établie : il s'est affaissé alors que la boîte à feu était encore entière, et avant la formation de la poche dont j'ai signalé l'existence sur la face gauche du foyer. Ce dernier

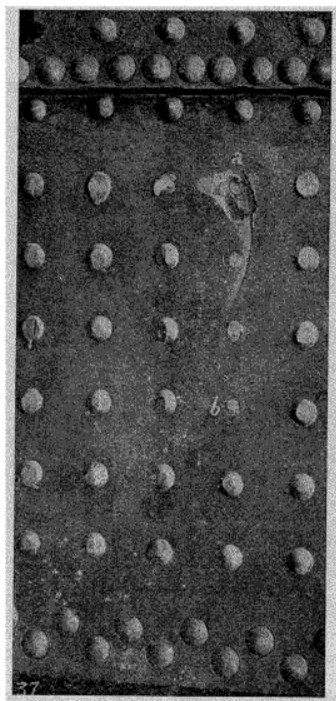


Fig. 33. — Face gauche de boîte à feu. Partie inférieure en regard du support en acier moulé.

point demande une explication complémentaire : nous avons fait observer, en décrivant les dispositions de la chaudière, que les sommiers de voûte étaient simplement posés sur leurs supports et plus tard, que celui de gauche était en face de la poche en question. Si cette poche avait pris naissance avant la chute du ciel, le sommier aurait été de ce fait projeté hors de ses supports, et le ciel n'aurait pas pu produire, par l'intermédiaire de ce sommier, la marque si nette relevée sur le bord de la plaque tubulaire. La formation de la poche est donc postérieure à la chute du ciel.

C. — MOUVEMENT DE L'ENSEMBLE DE LA BOÎTE À FEU

Conséquences immédiates de la chute du ciel. — Par la large ouverture qui se produisit, il y eut un brusque afflux d'eau et de vapeur dans le foyer et il en résulta une pression intérieure assez forte pour cintrer les faces de la boîte à feu. La présence de la grille, la profondeur du foyer, la position prise par le ciel qui, après sa chute, s'est retourné et est venu obturer le bas du foyer, expliquent surabondamment la formation de cette pression intérieure momentanée dont les manifestations extérieures vont nous renseigner sur la position de la chaudière au moment où le ciel est tombé et sur les mouvements qui ont

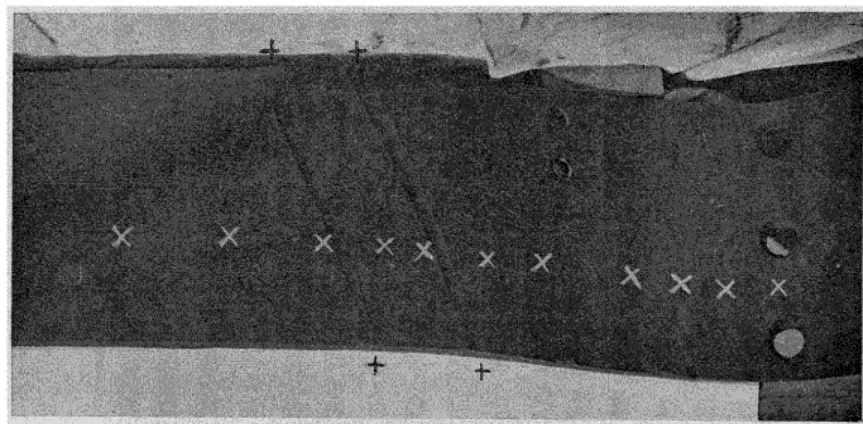


Fig. 34. — Partie du longeronnet de gauche vu de l'intérieur (à droite une ligne de trous d'attache du support en acier moulé).

été la conséquence de cette chute; nous allons donc passer à l'examen de l'extérieur de la boîte à feu et des pièces environnantes.

Observation des traces. — Commençons par les parties basses : l'entretoise du bas du support en acier moulé du châssis a été complètement cintrée vers le bas; elle porte des empreintes dans lesquelles vient s'adapter d'une manière remarquable (fig. 27) l'arbre du jette-feu cintré de la même manière, le milieu de cet arbre coïncidant exactement avec celui de l'entretoise. Si on observe que sur la machine ces deux pièces étaient l'une au-dessus de l'autre, que le jette-feu était porté par la chaudière tandis que l'entretoise faisait partie du châssis, enfin que la déformation du jette-feu et celle de l'entretoise ne peuvent être que la conséquence de la chute du ciel, on voit qu'il y a dans la parfaite coïncidence des deux pièces un premier fait établissant que le ciel du foyer est

tombé alors que la boîte à feu était encore à sa place dans le châssis de la machine.

Passons à l'examen des faces de la boîte à feu : sur la face arrière on remarque une trace à peine visible en *a* (fig. 28), en *b* une trace plus accentuée, en *c* deux fortes traces dont la largeur et l'écartement correspondent à l'épaisseur et à l'ouverture des branches du guide en forme d'U du talon d'arrière de la chaudière. Ce guide a d'ailleurs été relevé vers le haut (fig. 29) et poussé en arrière. La chaudière s'est donc élevée verticalement, puis s'est inclinée à droite.

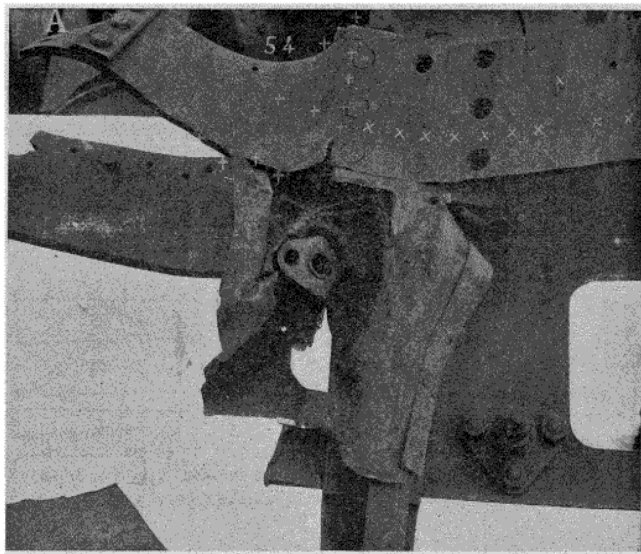


Fig. 35. — Partie du longeronnet de droite vu de l'intérieur (au milieu le support en acier moulé recouvert par une tôle plissée portant le robinet de vidange).

Sur la face droite au voisinage du petit support d'arrière, les têtes d'entretoises sont aplaties et l'une d'elles *a* (fig. 30) porte une empreinte très caractéristique sur la moitié de sa surface. Fait remarquable, ces mêmes empreintes se retrouvent exactement sur les têtes des entretoises de l'autre face, symétriques des premières ; la tête d'entretoise *b* de la face gauche (fig. 31) est déformée exactement de la même manière que la tête d'entretoise *a* de la face droite. La forme de ces empreintes et le voisinage des roues d'arrière montrent surabondamment que ces traces ont été faites par application des faces latérales contre les bandages de ces roues, au moment où la boîte à feu s'est gonflée sous l'action de la pression intérieure. Par leur position elles indiquent que la

chaudière commençait à peine à se soulever au moment où elles ont été faites; et comme leur production est forcément postérieure à la chute du ciel, on en

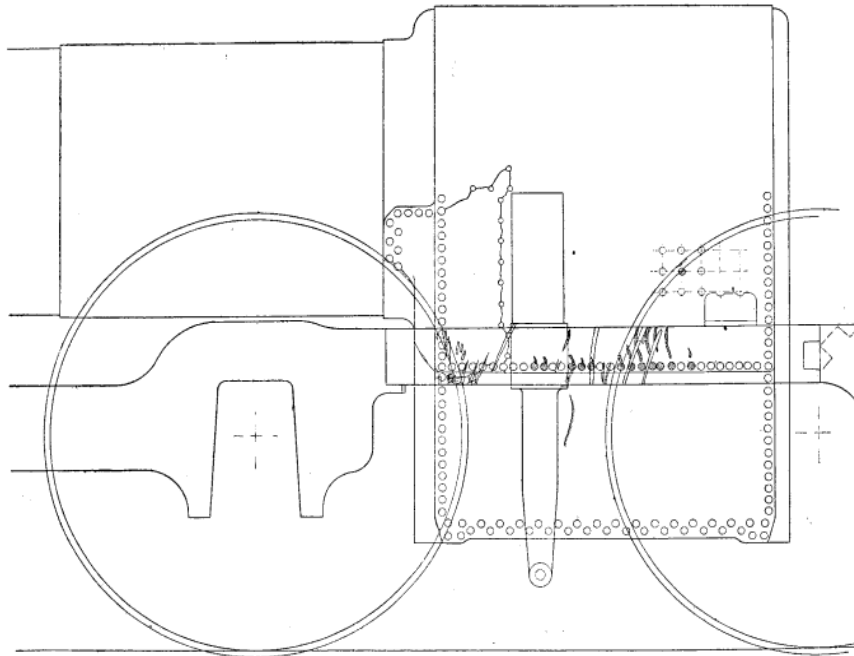


Fig. 36. — Face gauche de la boîte à feu, la chaudière étant encore en place. (Sur cette figure, comme sur les suivantes montrant le mouvement de la boîte à feu par rapport aux longerons, l'observateur est supposé placé à gauche de la chaudière; les parties cachées des pièces sont vues par transparence.)

déduit logiquement que le ciel est tombé avant tout déplacement appréciable de la boîte à feu.

Continuons l'examen des faces de la boîte à feu: sur la face de droite nous notons (fig. 32) la grande trace ab dont le point d'origine a correspond à l'un des angles du grand support de chaudière, la trace cd que nous montrerons avoir été faite par un autre angle de ce même support, la position e du robinet de vidange; sur la face gauche (fig. 33) nous retrouvons une trace $a'b'$ très analogue à la trace ab .

Pour compléter cet examen, voyons ce qu'on relève sur la partie intérieure des longeronnets placés de chaque côté de la boîte à feu. Sur l'un et l'autre de ces longeronnets on trouve deux réseaux de traces analogues. Un premier réseau est constitué par des marques peu accentuées également espacées et parallèles entre elles; leur écartement correspond à celui des rivets placés lors de la

réparation sur chacune des faces latérales de boîte à feu suivant une ligne horizontale; ces rivets se trouvaient derrière les longeronnets quand la chaudière

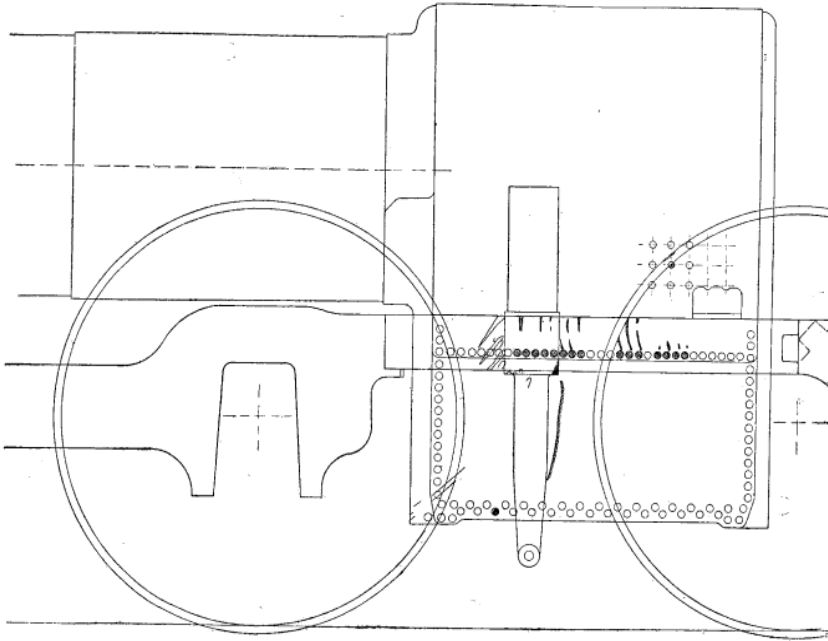


Fig. 37. — Face droite de la boîte à feu, la chaudière étant encore en place.

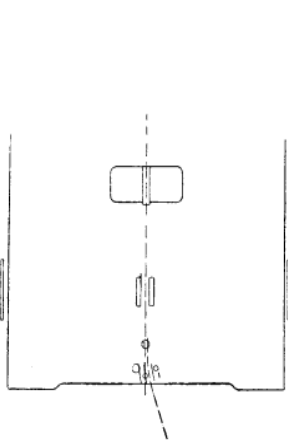


Fig. 38. — Face arrière de la boîte à feu, la chaudière étant soulevée à l'arrière de 0^m,45 (position correspondante à celle des faces latérales représentées fig. 42 et 43).

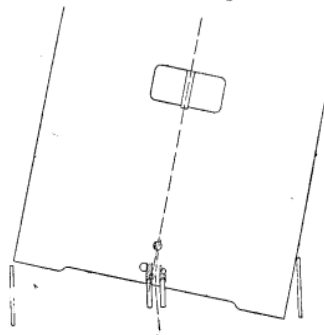


Fig. 39. — Face arrière de la boîte à feu, la chaudière est soulevée de 0^m,85 et inclinée sur la droite (position correspondante à celle des faces latérales représentées fig. 44 et 45).

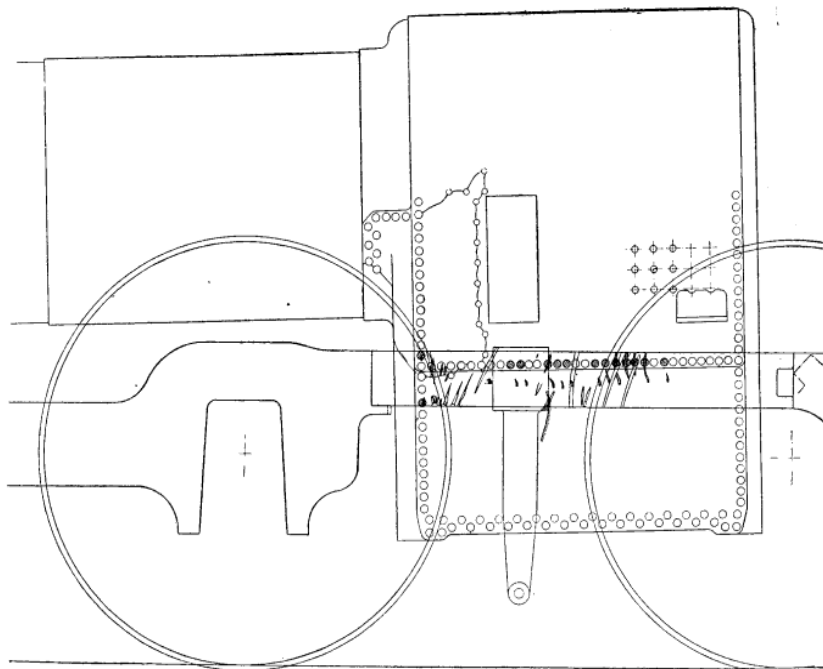


Fig. 40. — Face gauche de la boîte à feu, la chaudière étant soulevée de 0^m,15 à l'arrière.

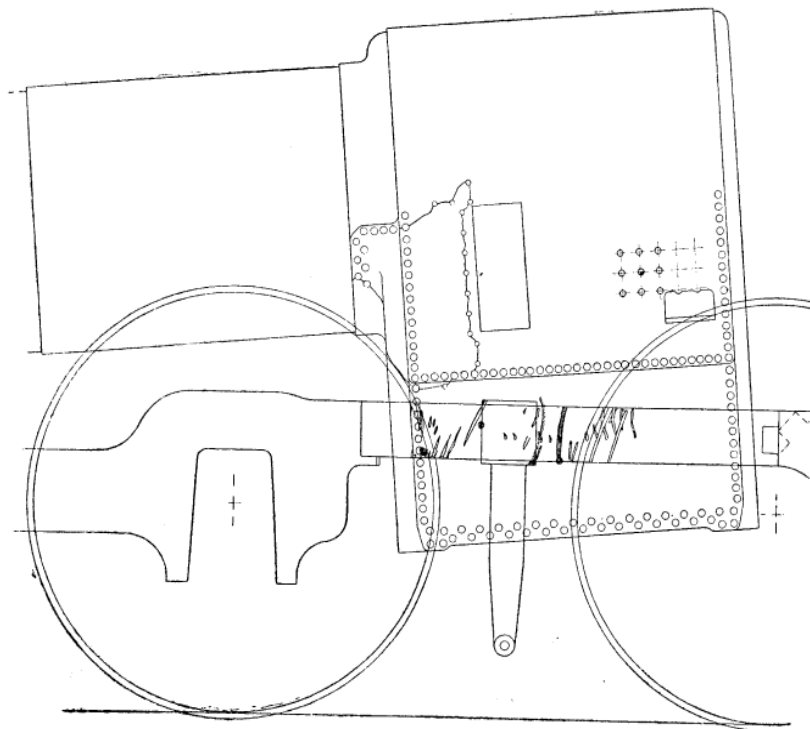


Fig. 42. — Face gauche de la boîte à feu, la chaudière étant soulevée de 0^m,45 à l'arrière.

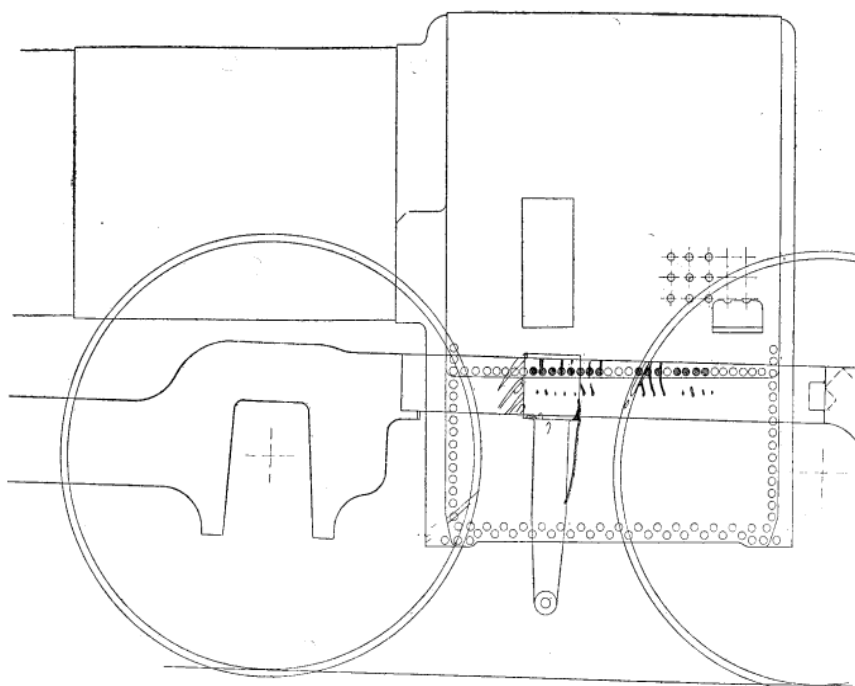


Fig. 41. — Face droite de la boîte à feu, même position de la chaudière que sur la figure 40.

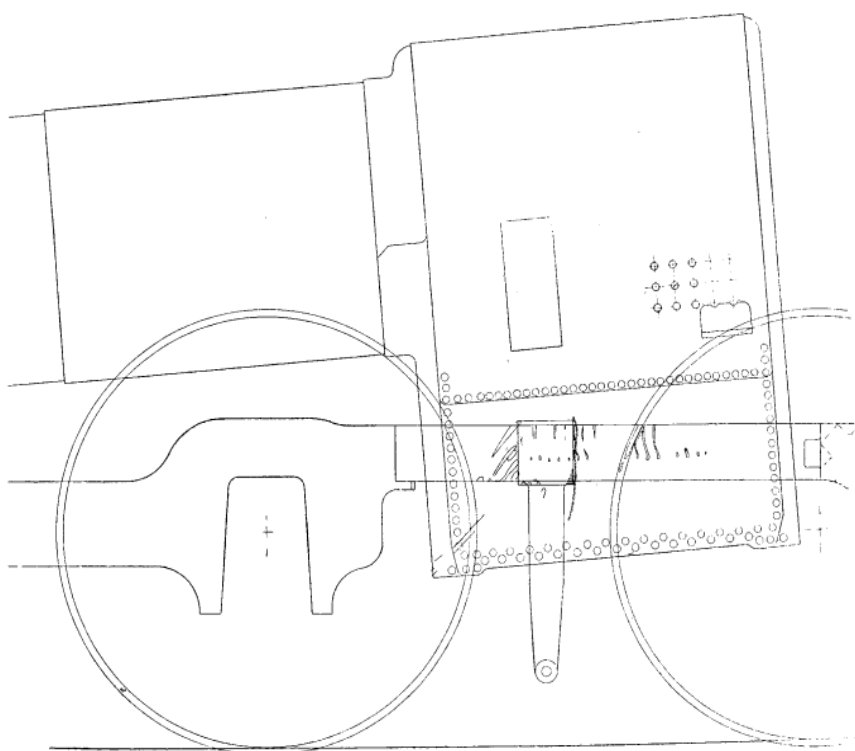


Fig. 43. — Face droite de la boîte à feu, même position de la chaudière que sur la figure 42.

était en place. A ce réseau vient se superposer une seconde série de marques qui recouvrent les premières et sont dues au passage devant les longeronnets d'une seconde série de rivets. Nous verrons que ces marques ont été produites par les

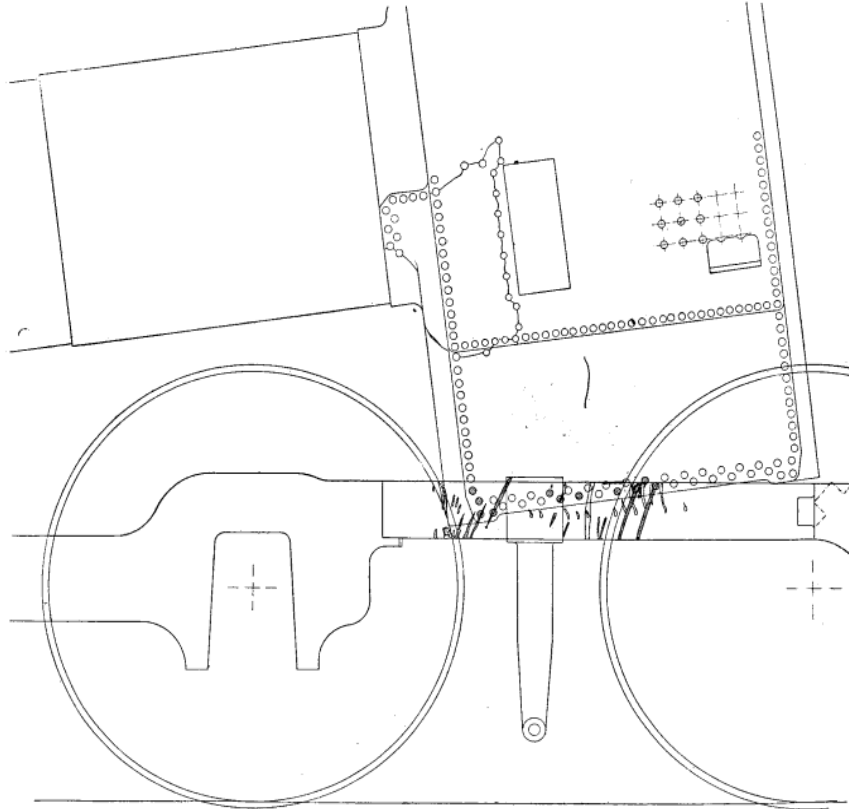


Fig. 44. — Face gauche de la boîte à feu, la chaudière étant soulevée de 0^m,85 au milieu de l'arrière et fortement inclinée vers la droite.

rivets du cadre de foyer et par les rivets qui assemblent le pourtour de la boîte à feu avec la face avant.

On aperçoit sur les fig. 34 et 35 quelques-unes de ces traces ; celles du premier réseau sont marquées par des croix inclinées, les autres par des croix verticales.

Étude du mouvement. — Nous avons minutieusement reporté toutes ces traces, d'une part sur des dessins des longeronnets, d'autre part sur des calques des faces latérales de la chaudière. Nous avons ensuite cherché, en déplaçant les

calques de la chaudière sur les dessins des longeronnets, quels avaient dû être les mouvements de la chaudière par rapport aux longeronnets pour que toutes ces traces aient pu se faire. Nous ne pouvons reproduire ici ces mouvements, mais

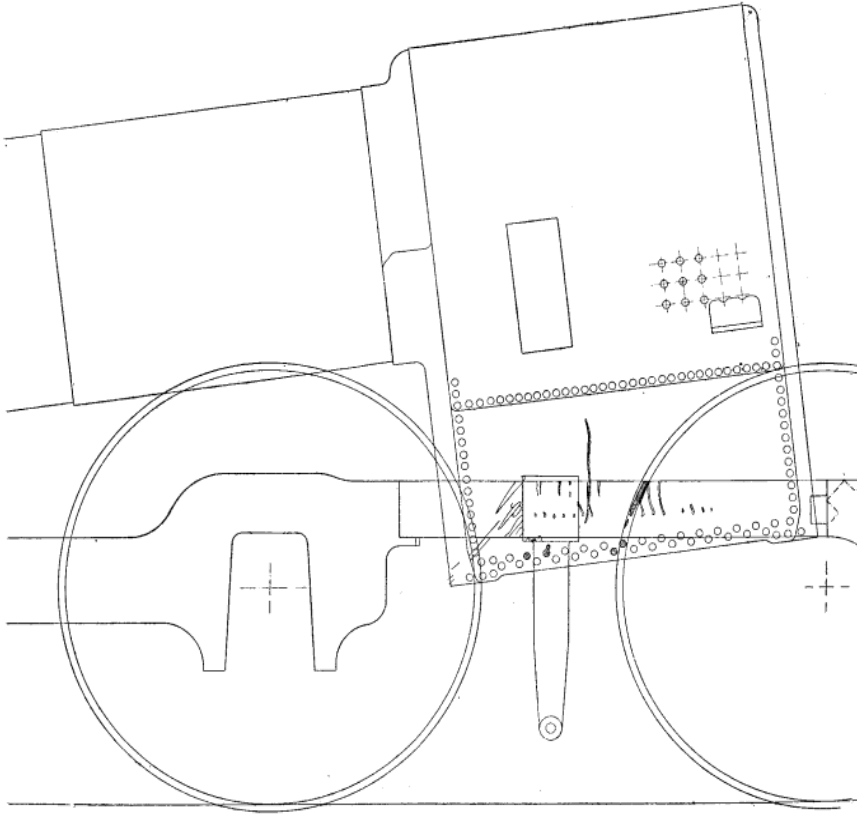


Fig. 45. — Face droite de la boîte à feu, même position de la chaudière que sur la figure 44.

nous avons établi des dessins (fig. 36, 37, 40 à 46) montrant des positions successives prises par les deux faces de la boîte à feu. Ces positions ont d'ailleurs pu être repérées entre elles, grâce à la connaissance du mouvement de la face arrière (fig. 38 et 39).

Afin de rendre plus tangibles les mouvements des faces latérales, nous avons établi les dessins en supposant l'observateur toujours placé à gauche de la machine et nous avons admis que les parties cachées des pièces étaient vues par transparence. Pour chaque figure, nous avons ombré les marques qui viennent de se produire ou vont se faire et les rivets ou angles des pièces qui les ont faites.

Les lignes d'ombre ont été tracées avec une inclinaison différente, selon qu'elles se rapportent à la chaudière ou aux longeronnets.

L'examen de ces figures montre d'une façon précise quel a été le mouvement d'élévation de la chaudière. Sous l'action de la poussée résultant de la chute du

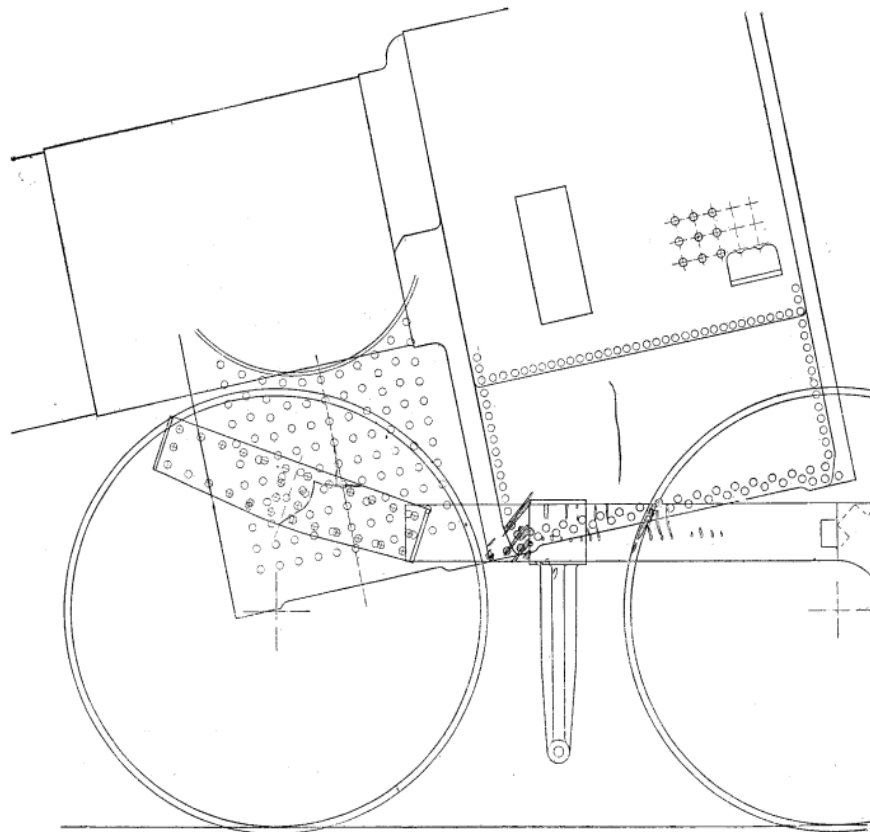


Fig. 46. — Face droite de la boîte à feu ; la boîte à feu est dégagée du longeronnet de gauche et va se dégager du longeronnet de droite.

ciel, elle s'est élevée verticalement en prenant d'abord un léger mouvement vers l'avant, conséquence de la poussée du talon d'arrière, contre son guide au moment du gonflement de la paroi et de la réaction vers l'avant due à la sortie de la vapeur par la porte de chargement ; par suite de la position de son centre de gravité, la chaudière s'est élevée d'abord en tournant autour de la boîte à fumée et elle aurait continué à basculer autour de son avant si d'autres phéno-

mènes d'explosion consécutifs à la chute du ciel, n'étaient venus modifier ce mouvement et projeter la boîte à feu vers l'arrière en même temps qu'elle s'inclinait vers la droite.

Tous les mouvements de la boîte à feu qui ressortent de ces tracés sont parfaitement nets et déterminés; l'observation des marques n'en permet pas d'autres.

D. — RUPTURE DU CORPS CYLINDRIQUE (1)

Transmission de l'explosion au corps cylindrique. — En examinant les cassures du corps cylindrique reportées sur une chaudière identique à la chaudière

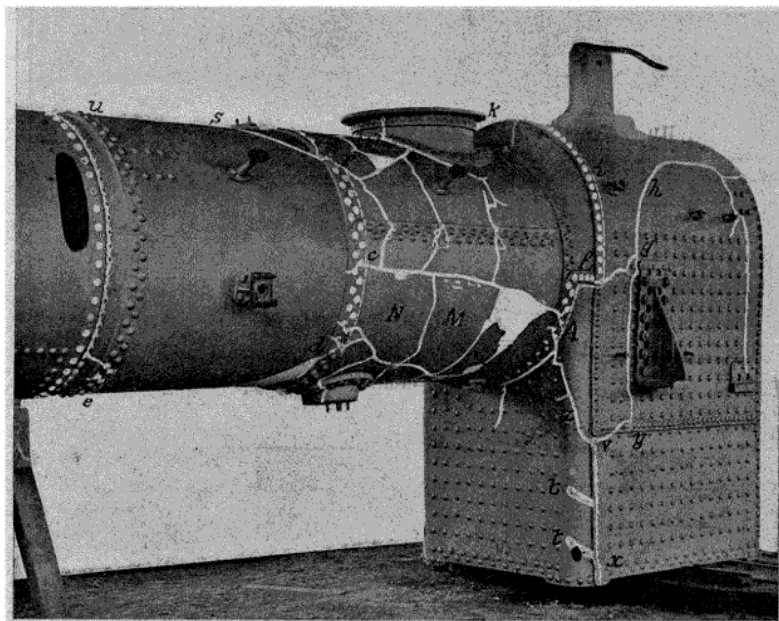


Fig. 47. — Tracé des cassures sur une chaudière identique à la chaudière de la machine 626. Côté gauche (les taches blanches indiquent l'emplacement de morceaux qui n'ont pas été retrouvés).

de la machine 626 (fig. 47 et 48), on est frappé de la symétrie qu'offrent les cassures en A et en B de chaque côté de la chaudière à la naissance du corps cylindrique un peu en dessous du milieu de sa hauteur. Cette symétrie nous fait

(1) Les tracés de fragmentation du corps cylindrique que nous donnons sont différents sur certains points de ceux qui ont déjà été publiés. Ces derniers ont été établis rapidement après l'accident; ceux que nous indiquons résultent d'un rapprochement minutieux des morceaux fait quand nous avons entrepris l'étude détaillée de l'explosion..

penser que l'explosion, commencée dans la boîte à feu, s'est transmise de la manière suivante au corps cylindrique.

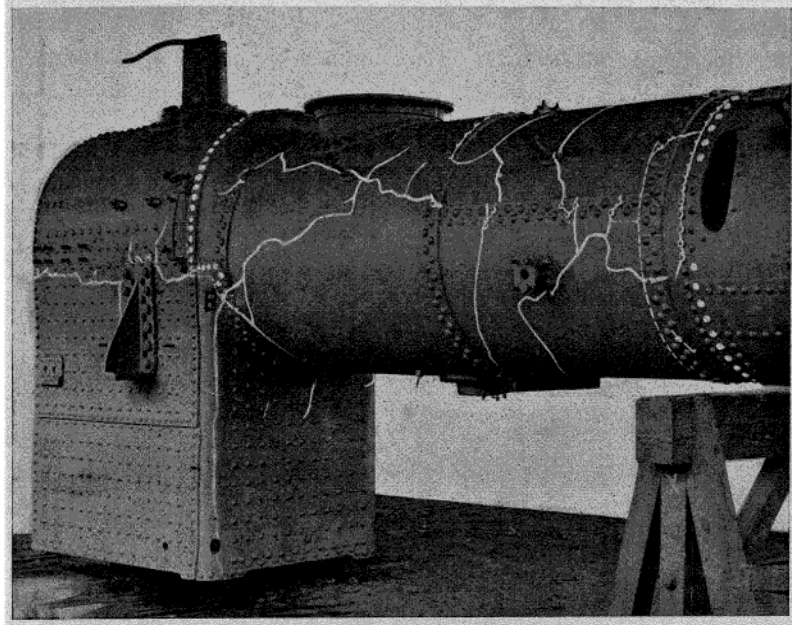


Fig. 48. — Tracé des cassures sur une chaudière identique à la chaudière de la machine 626. Côté droit.

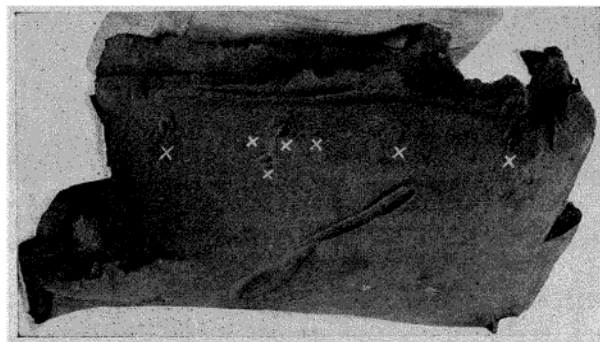


Fig. 49. — Morceau M (voir son emplacement fig. 47).

Nous avons vu que la chute du ciel a eu pour conséquence immédiate la production d'une pression notable dans la boîte à feu, pression qui en a écarté les parois; cet écartement a produit dans le sens horizontal une ovalisation du corps

cylindrique, à laquelle il s'est prêté facilement dans les parties hautes et sur les côtés, endroits où il n'était pas maintenu; mais dans la partie basse, le voisinage de la plaque avant de boîte à feu s'est opposé à cette déformation; il en est

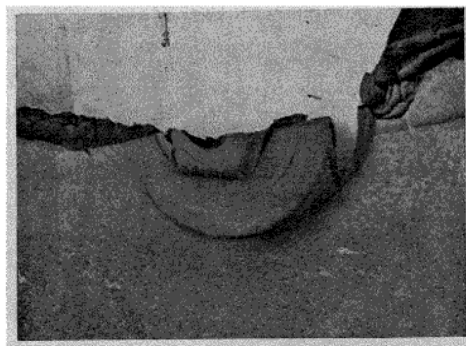


Fig. 50. — Morceau N, marque au bord de la cassure supérieure (voir l'emplacement du morceau N sur la figure 47, un point blanc indique la position de la marque photographiée).

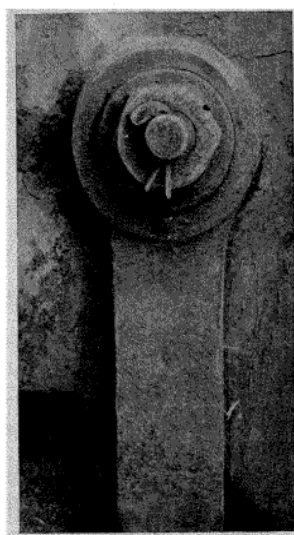


Fig. 51. — Tige de suspension avant du ressort de la boîte du milieu. Partie supérieure, côté gauche.

résulté naturellement en A et en B des points de fatigue maxima qui, dès lors, ont été des centres de dislocation. Nous trouverons d'ailleurs une confirmation de cette hypothèse dans la façon dont le corps cylindrique s'est rompu. Du côté droit, la dislocation s'est propagée lentement; elle s'est, au contraire, étendue

très rapidement du côté gauche, et à partir de ce moment nous allons trouver des phénomènes asymétriques ; mais n'anticipons pas et observons les morceaux du corps cylindrique.

Observation des marques et étude des cassures. — Toutes les cassures qui sont au-dessus de la ligne Ac (fig. 47) et la plupart des cassures de la face droite du corps cylindrique sont plus ou moins mâchurées ; elles présentent nettement des marques de chocs extérieurs qui se retrouvent à la fois sur deux morceaux voisins ; la base du dôme en particulier est fortement renfoncée vers l'intérieur, et comme le haut du corps cylindrique n'a pu rencontrer aucune pièce de la machine, il est certain, pour cette partie tout au moins, que ces ruptures se sont produites au moment où cette tôle est venue frapper la poutre en treillis de la

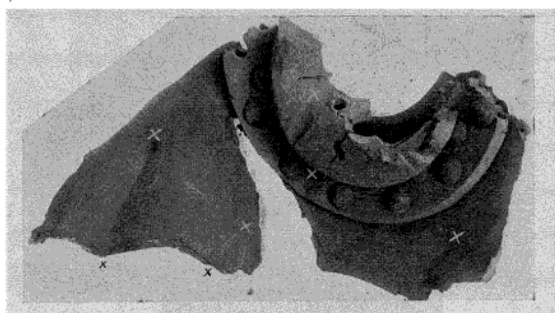


Fig. 52. — Moitié de la poche de vidange ; partie de gauche (voir la position de cette poche sur la figure 47 en dessous du corps cylindrique).

halle aux Messageries qu'elle a brisée et au travers de laquelle elle a passé. Si nous observons au contraire toute la partie qui s'étend entre la ligne Ac et le dessous du corps cylindrique y compris la poche de vidange, nous trouvons là des traces très nettes de chocs de toute cette partie du corps cylindrique contre des pièces de la machine. L'étude de ces marques et leur identification vont nous renseigner sur la manière dont s'est produite la rupture dans cette région. Le morceau M (fig. 47 et 49) porte une série de marques assez faibles, mais parfaitement nettes au voisinage de la ligne de rupture Ac qui démontrent que la partie supérieure de ce morceau M est venue frapper sur le dessus de la boîte médiane de l'essieu moteur ; le couvercle porte les traces de ce choc ; l'identification des marques est incontestable.

Le morceau N voisin du morceau M porte une très forte empreinte (fig. 50) produite par le choc contre la partie supérieure de la tige de suspension avant du ressort de la boîte du milieu (fig. 51). Un moulage que nous avons fait du haut de cette [tige, sur laquelle] on relève d'ailleurs les traces du choc,

s'applique exactement dans la cavité du morceau N. La lèvre inférieure de la cassure Ac (fig. 47) est donc venue frapper la partie centrale du châssis. On constate, de plus, que le longeron du milieu a reçu dans sa partie haute un choc intense qui l'a déversé de la gauche sur la droite, en déchirant les glissières de la boîte médiane contre les joues de cette boîte médiane.

En observant les morceaux qui sont au-dessous des morceaux MN, on trouve

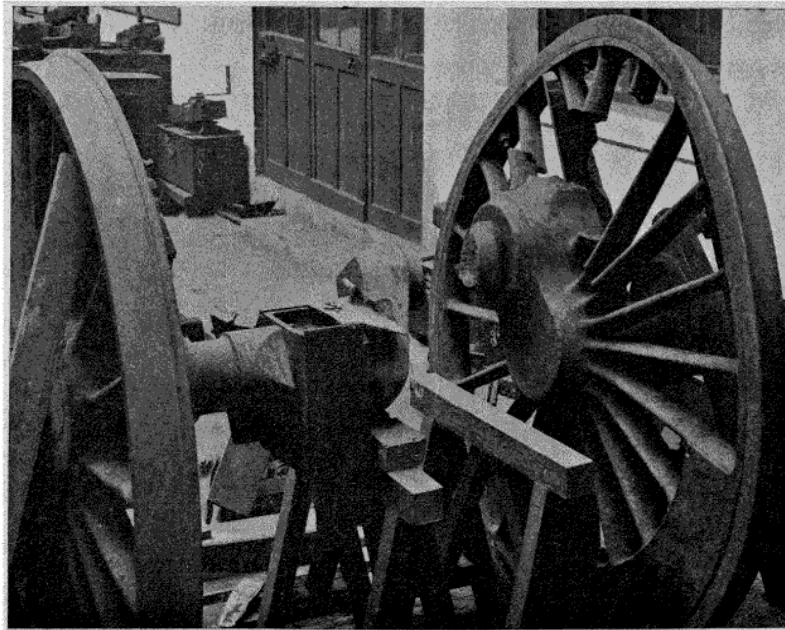


Fig. 53. — Essieu moteur, brisé par l'explosion.

sur l'un d'eux les marques d'un choc contre un bandage de roue; un autre qui comprend la moitié de la poche de vidange brisée dans un choc porte des traces rayonnantes de rayons de roues. L'autre moitié de la poche de vidange, adhérente au gros morceau qui est passé dans la poutre à treillis, porte également les traces d'un choc contre un bandage; enfin, la roue de droite de l'essieu moteur est fortement faussée et brisée par un choc intérieur, son bandage porte une trace qui correspond à la forme de la boîte de vidange.

La photographie (fig. 52) montre la partie de la poche qui est venue frapper dans les rayons de la roue; la photographie (fig. 53) montre l'essieu avec sa roue de droite brisée; la photographie (fig. 54), représente cette dernière roue (vue de l'extérieur) à l'intérieur de laquelle on a placé une des moitiés de la

poche de vidange dans la position où cette poche de vidange est venue la frapper. Il y a eu un choc formidable qui a faussé et brisé la roue, cassé l'essieu moteur et rompu en deux la poche de vidange.

Toutes ces marques, tous ces chocs, la rencontre des parties de la tôle voisine de la ligne *Ac* avec la boîte médiane et la tige du ressort correspondant et le heurt de la poche de vidange sur la roue de droite démontrent que le corps cylindrique s'est rompu suivant la ligne *Acde*; c'est la seule hypothèse qui explique à la fois tous ces faits, car ils ne peuvent se justifier que si le corps cylindrique s'est développé vers le bas, en même temps qu'il s'enflait comme

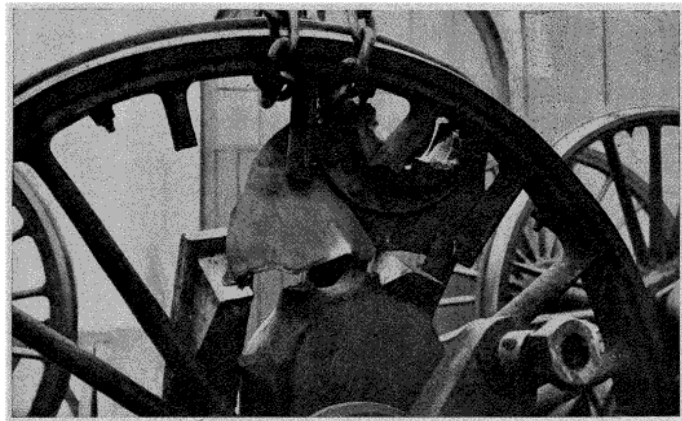


Fig. 54. — Partie supérieure de la roue droite de l'essieu moteur vue de l'extérieur et moitié de la poche de vidange dans la position où s'est produit le choc.

une voile de navire, poussé par la pression de la vapeur vers la droite de la machine et vers le haut.

Nous allons d'ailleurs préciser la manière dont les ruptures du bas du corps cylindrique se sont produites, au moyen d'un tracé (1) :

La figure 55 montre la partie du corps cylindrique qui nous occupe, développée vue de l'intérieur et supposée transparente, dans la position où d'après les marques elle est venue frapper le longeron du milieu. On constate que le morceau *M* s'est découpé de chaque côté sur les deux faces de la boîte en même temps que la tôle se brisait sur l'arête supérieure du longeron, suivant la ligne *abcde*; la partie de la tôle supérieure à cette cassure a continué son mouvement

(1) Au cours de la communication on a fait saisir les faits en développant le corps cylindrique tracé sur papier calque en face d'un panneau découpé suivant la forme du longeron et portant en relief la boîte médiane.

et on voit d'après la position des traces circulaires $f g h$ et des traces rayonnantes k, lp, qr, s qu'elle est allée tout naturellement se briser sur la roue.

Avant de continuer nous ferons remarquer que le couvercle de la boîte médiane de l'essieu moteur a glissé sur le dessus de cette boîte (fig. 53 et 56), sous l'action du choc de la tôle du corps cylindrique ; il est venu se fendre et se

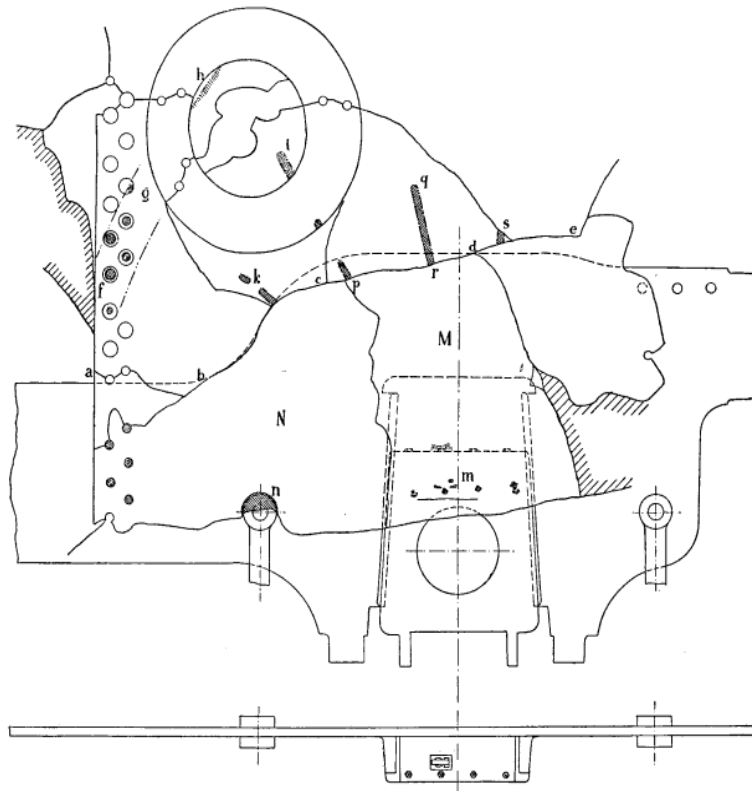


Fig. 55. — Choc du corps cylindrique sur le longeron du milieu et sur la roue de droite de l'essieu moteur. (Le corps cylindrique est supposé développé, transparent et vu de l'intérieur. En dessous une vue en plan du longeron montre la saillie de la boîte d'essieu.)

relever contre le coude de l'essieu moteur, de telle sorte que la simple déchirure de ce couvercle nous a permis de déterminer quelle était la position du coude gauche de l'essieu et par suite quelle était la position de tout le mécanisme de la machine au moment de l'explosion. La connaissance de cette position nous sera de quelque utilité dans la suite.

Nous venons de montrer le développement du bas du corps cylindrique, revenons à sa partie supérieure. La cassure, qui partant du centre de disloca-

tion *A* (fig. 47) s'est propagée dans le corps cylindrique, s'est également propagée de l'autre côté dans la boîte à feu par rupture des rivets et de la tôle suivant la ligne *A/gh* et toute la partie au-dessus de cette ligne a subi un com-

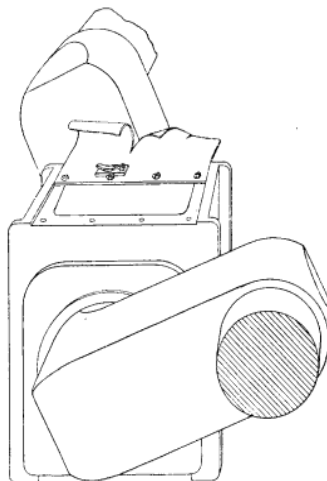


Fig. 56. — Boîte médiane de l'essieu moteur. Déchirure du couvercle contre le coude de droite de l'essieu.

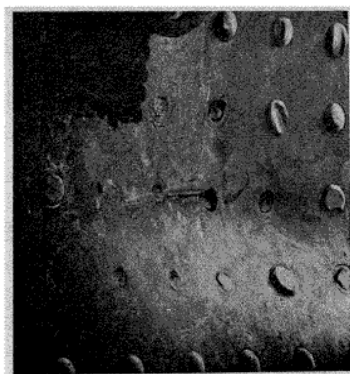


Fig. 57. — Partie centrale de la face avant de boîte à feu.

mencement de déroulement que montre nettement la forme relevée prise par la partie *ifgh*. Cette forme relevée, plus accentuée vers le point *f* que vers le point *g*, indique qu'il s'est produit après rupture un gonflement dans la partie de la tôle *hgfAci*. Les rivets de la ligne *fi* se sont rompus par cisaillement, sous l'action d'une traction longitudinale résultant de ce gonflement : la forme

des cassures des rivets montre nettement ce mode de séparation entre le corps cylindrique et le berceau. Le déroulement a été entravé dans le berceau par la présence des armatures : dans le corps cylindrique il a dû produire une déformation de l'embase du dôme, déformation qui explique la rupture des boulons d'attache de ce dôme et sa projection.

En même temps que la cassure *Ac* se prolongeait vers l'avant suivant la ligne *cde*, elle se continuait également vers le haut suivant *crsu* et gagnait la

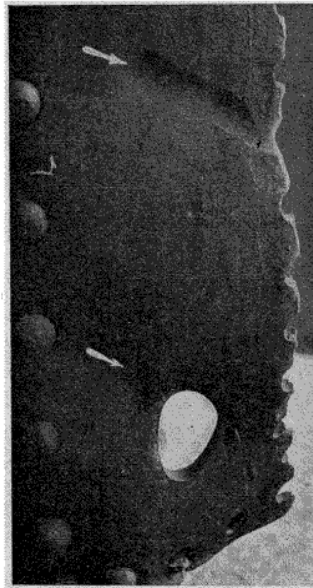


Fig. 58. — Angle gauche avant de boîte à feu; partie inférieure de la face avant.
Traces du choc contre les branches de la tête de bielle de gauche.

partie avant droite du corps cylindrique. Les deux lignes de rupture *cde* et *crsu* ont dû se propager à peu près en même temps, car le grand morceau en forme de cuiller qu'elles comprennent s'est détaché presque horizontalement en se développant légèrement vers le haut et vers le bas et en tournant autour d'un axe qui passerait par la partie avant avec une légère inclinaison vers la droite. Cela résulte de l'aspect de la cassure suivant la ligne des rivets de la plaque tubulaire avant. C'est le morceau qui est allé frapper le mur de soutènement de la rue de Rome.

Revenons maintenant un peu en arrière. Du centre de dislocation *A* est également partie une déchirure suivant la ligne *Avx* (on constate d'ailleurs pour des raisons qu'il serait trop long d'expliquer ici que la cassure *vx* s'est propagée

de haut en bas); au point *v*, dans la pince faite lors de la réparation de la plaque, cette déchirure a bifurqué et s'est propagée également suivant la ligne

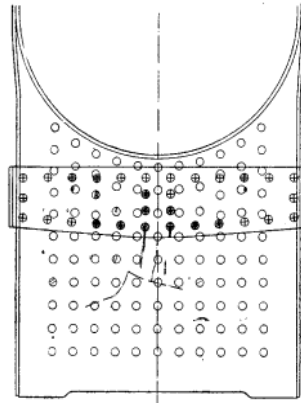


Fig. 59. — La chaudière est en place.

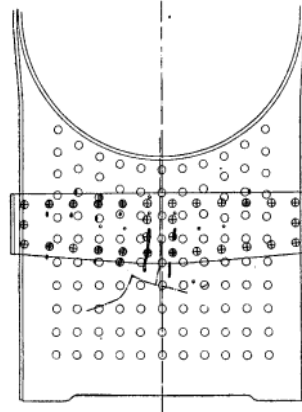


Fig. 60. — La chaudière est dans la même position que sur les fig. 40 et 41.

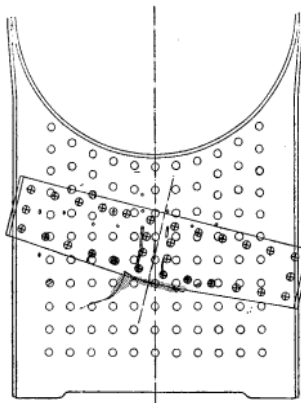


Fig. 61. — La chaudière est dans la même position que sur les fig. 42 et 43, l'attache de la traverse avec le longeronnet de gauche est rompue.

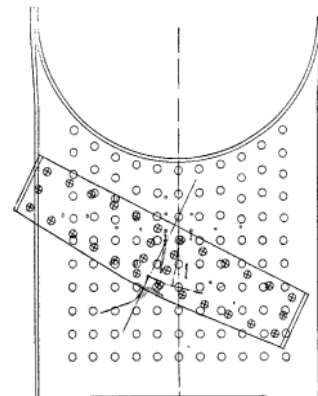


Fig. 62. — La chaudière est dans la même position que sur les fig. 44 et 45.

Fig. 59 à 62. — Mouvement relatif de la face avant de boîte à feu et de la traverse correspondante. (L'observateur est supposé placé à l'arrière de la machine; il voit la face avant et la traverse par transparence. Les rivets de la traverse sont marqués d'une croix.)

vyg. Le panneau *fAvyg*, qui est allé tomber sur le toit d'une maison, 50, rue de Rome, s'est alors détaché par rotation autour de la ligne *yg*; la forme de la cassure *yg*, montrant une rupture par pliage, ne laisse aucun doute à ce sujet et le pliage plus accentué en haut qu'en bas montre que c'est le point *g* qui a

cédé le dernier. On trouve d'ailleurs au point z de ce panneau, sur la cassure, une marque d'aplatissement qui renseigne sur le moment où ce panneau s'est détaché. D'après son orientation et sa forme on reconnaît que cette marque a été faite par le panneau venant heurter le bord du bandage de la roue quand la chaudière déjà levée d'une certaine quantité occupait la position représentée fig. 42.

C'est à ce moment que, par suite de la rupture du panneau, s'est formée dans le foyer la poche dont nous avons parlé au commencement de cette communication, poche dont l'origine, ainsi que nous l'avons démontré, est postérieure à la chute du ciel du foyer.

E. — MOUVEMENT DE LA FACE AVANT DE BOÎTE À FEU ET SES CONSÉQUENCES

Immédiatement devant cette face, se trouve une traverse soutenue en son milieu par le longeron central et un peu plus en avant l'essieu coudé avec ses bielles motrices. Nous avons signalé plus haut comment, par la déchirure du couvercle de la boîte médiane, nous avons déterminé la position du mécanisme au moment de l'explosion, la bielle de gauche se trouvait alors au voisinage de la plaque avant dans la position représentée sur les figures 5 et 63. La présence de ces deux pièces, traverse et tête de bielle, nous ont permis de retrouver le mouvement de la face avant. La connaissance de ce mouvement nous servira à expliquer certaines particularités de la rupture du corps cylindrique que nous avons omises à dessein au moment où nous avons parlé de cette rupture.

On relève sur la plaque avant une série de traces très marquées faites au contact des têtes de rivet de la traverse, une déformation centrale (fig. 57) dans laquelle s'adapte cette traverse déformée également de la même manière et une succession de traces de glissement. On y voit également deux marques inclinées parallèles, fig. 38 (reproduites sur la figure 47 en t et t'), dont l'écartement correspond exactement à l'écartement des deux branches de la tête de bielle; ces dernières marques, à n'en pas douter, ont été faites dans le mouvement d'élévation de la face avant de la chaudière, combiné avec un mouvement de rotation de cette face avant autour de son arête verticale de droite, mouvement consécutif de la rupture dans l'angle de gauche. Ce mouvement de rotation est d'ailleurs confirmé par d'autres observations que nous exposons plus loin.

Les marques faites par les rivets de l'entretoise et les traces que porte la face avant étant assez complexes, nous avons découpé un papier suivant les formes de la traverse et y avons pratiqué des trous aux endroits des rivets; au moyen de ces fenêtres nous avons pu retrouver le mouvement relatif de la face avant et de la traverse.

Je rappellerai qu'après l'explosion la traverse était restée appliquée contre la roue de droite de l'essieu moteur ; elle était, bien entendu, séparée de l'extrémité du longeronnet de gauche, mais restait encore attachée à l'extrémité

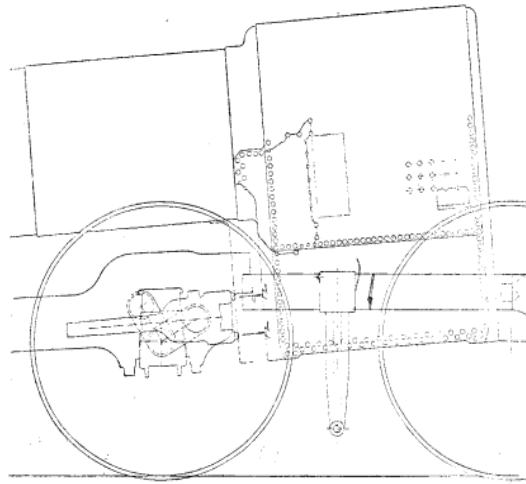


Fig. 63. — Élévation.

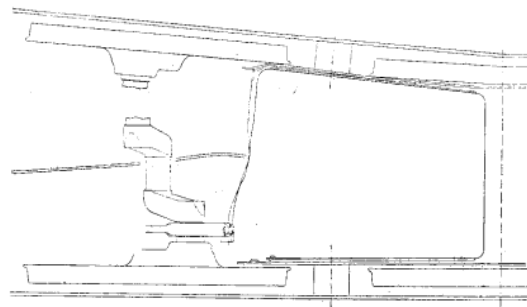


Fig. 64. — Plan.

Fig. 63 et 64. — Choc de la face avant de la boîte à feu contre la tête de bielle de gauche.

A (fig. 35) du longeron de droite. Cette traverse était fortement inclinée, son extrémité de gauche en haut. En partant de ce fait que l'extrémité de droite de la traverse est restée pendant l'explosion adhérente au longeronnet de droite, nous avons pu rapporter les positions relatives de la face avant et de la traverse aux positions relatives du reste de la boîte à feu et des longeronnets.

Les figures 59 à 62, sur lesquelles sont indiquées des positions successives

de la traverse par rapport à la face avant, sont faites en supposant l'observateur placé à l'arrière de la machine et voyant par transparence la face avant et la traverse. La face avant de la boîte à feu s'est élevée verticalement devant la traverse ; elle s'est rompue dans l'angle gauche et en même temps la traverse s'est

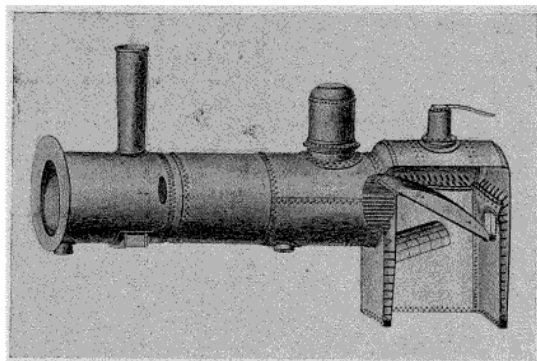


Fig. 63. — Chute du ciel du foyer (une partie de la chaudière est supposée enlevée). Le ciel du foyer tombe par rotation autour de l'arête supérieure de la plaque tubulaire, avant l'ouverture des faces de la boîte à feu.

séparée du longeron de gauche ; par suite la face avant fortement appliquée contre la traverse qui était maintenue par son assemblage avec le longeron du milieu a soulevé à la fois la traverse et le longeron. C'est alors que ce longeron,

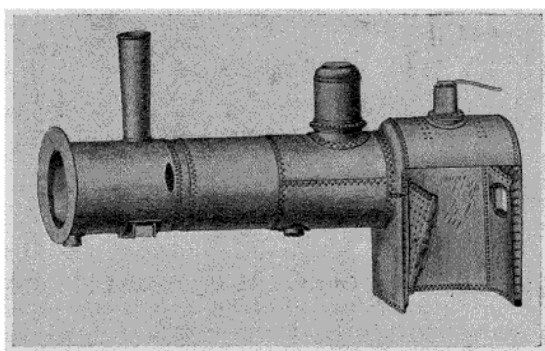


Fig. 66. — La partie arrière du ciel vient frapper le bas de la plaque tubulaire après rupture de la charnière ; le ciel du foyer se retourne dans sa chute.

légèrement soulevé, a été frappé par le corps cylindrique dans son développement : les traces des joues de la boîte médiane sur les glissières du longeron du milieu en font foi. Au moment de la rupture de l'arête gauche de la boîte à feu la face avant a glissé vers la droite devant la traverse retenue par le lon-

geron du milieu. Le longeron du milieu, dégagé ensuite de sa boîte, a cédé et le mouvement de rotation de la face avant s'est accentué. Cette face est alors venue frapper contre la tête de bielle de gauche (fig. 63 et 64) où elle a reçu les

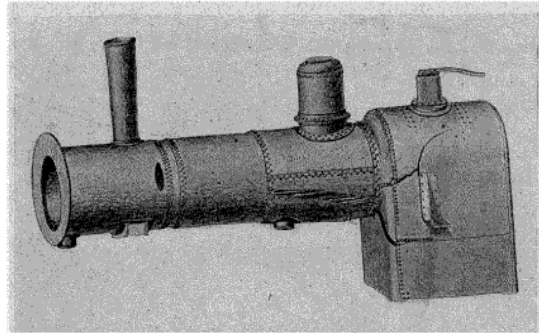


Fig. 67. — Transmission de l'explosion au corps cylindrique; ouverture de la virole arrière suivant une génératrice médiane du côté gauche.

traces si nettes dont nous avons parlé. Le mouvement de rotation et d'élévation continuant à se produire, d'une part la traverse s'est disjointe du longeron

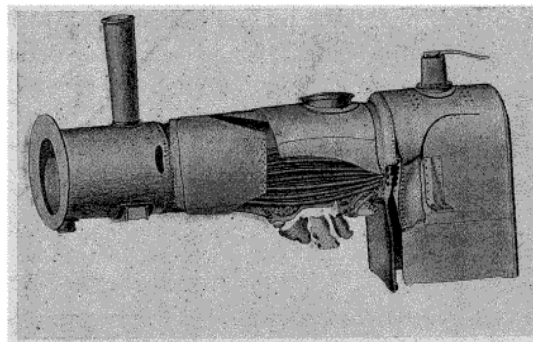


Fig. 68. — Propagation de la déchirure extérieure. La chaudière est déjà fortement soulevée à l'arrière. La partie inférieure gauche du corps cylindrique se rompt contre le longeron du milieu; la partie supérieure gauche se développe également et commence à se séparer de la boîte à feu; l'angle gauche avant de la boîte à feu est rompu; le panneau qui est tombé 50, rue de Rome s'est détaché et la poche correspondante s'est formée; le dôme s'est séparé; la partie gauche du corps cylindrique qui a traversé la tranchée de l'Europe se rompt à l'avant.

du milieu et finalement est venue s'appliquer contre la roue de droite dans la position où elle est restée après l'explosion, d'autre part la face avant, entraînée en même temps vers l'arrière avec l'ensemble de la boîte à feu, s'est séparée de la face droite et cette face droite elle-même s'est également séparée par rotation

autour de l'angle arrière droit de la boîte à feu. L'aspect de la cassure dans cet angle montre que la rupture s'y est bien produite par rotation, mouvement qui concorde avec la formation d'une rupture par traction verticale ayant son origine au centre de dislocation B. La face avant de boîte à feu, la face droite et le reste de la boîte à feu s'étant rompus alors que ces pièces avaient pris une direction commune vers le haut, en arrière à droite de la chaudière, toutes sont allées tomber dans la même région.

Le mouvement de rotation de la plaque avant s'est combiné avec le développement de la partie basse du corps cylindrique et a donné naissance à des froissements de tôle assez confus; toutefois ce double mouvement semble bien

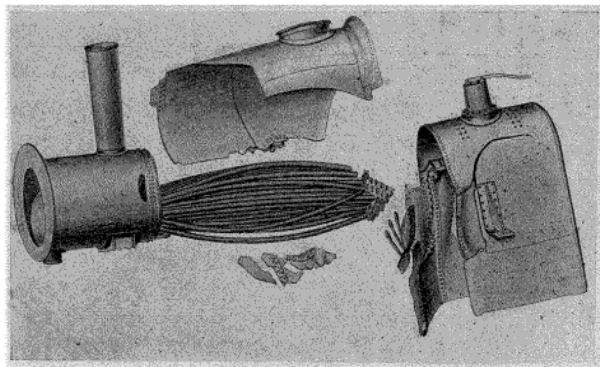


Fig. 69. — Le développement du corps cylindrique continuant, il y a eu rupture de la poche de vidange contre la roue motrice droite et rupture de l'essieu moteur; la partie principale du corps cylindrique se détache pour aller se briser en passant au travers de la poutre à treillis de la halle aux messageries; la face avant de la boîte à feu se développe par rotation autour de son angle de droite et entraîne le faisceau tubulaire. (Pour rendre visible ce mouvement on a séparé le faisceau tubulaire de la face avant de boîte à feu, quoique cette séparation soit postérieure.)

justifier la production des cassures et des déformations de la partie inférieure arrière du corps cylindrique. Peut-être y trouverait-on aussi l'origine du rabattement des tirants de plaque tubulaire, dont la déformation s'est ensuite complétée dans la chute de la face avant.

Le mouvement de rotation de la plaque avant a produit également un autre effet. Quand, par suite de la rupture du corps cylindrique, la partie avant et la partie arrière de la chaudière n'ont plus été reliées que par des tubes à fumée, il y eut tirage sur la plaque tubulaire qui s'est rompue sur le côté gauche. En même temps la face avant se développant a entraîné dans sa rotation vers la droite et dans son commencement d'ascension le faisceau tubulaire auquel elle était encore réunie par la plaque tubulaire; elle lui a, par suite, communiqué un mouvement de rotation vers la droite. Au cours de ce mouvement la partie

basse de la plaque tubulaire entraînée par la face avant de boîte à feu s'est séparée de la partie haute qui est restée adhérente aux tubes. La rupture de l'arête verticale droite du haut de la plaque tubulaire a été consécutive à ce déplacement. Ces mouvements et ces ruptures se déduisent de l'observation des formes des différentes parties de la plaque tubulaire, notamment de la partie restant adhérente aux tubes (voir fig. 45); mais ils sont assez difficiles à justifier dans une communication comme celle-ci et sur le simple vu de photographies.

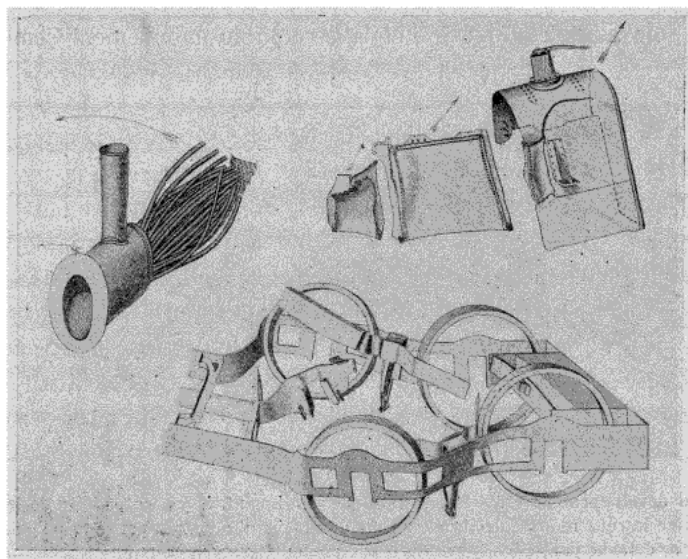


Fig. 70. — Le faisceau tubulaire est projeté vers l'avant en même temps qu'il tourne autour d'un axe sensiblement vertical. La boîte à feu est lancée vers l'arrière et à droite; la face avant et la face droite de boîte à feu se détachent par rotation autour des angles avant et arrière de la face de droite (comme sur la figure précédente on a séparé ces deux parties du reste de la boîte à feu et on les a déplacées vers la gauche afin de les rendre plus visibles). Le châssis éventré reste en place.

F. — RÉSUMÉ DES PHASES SUCCESSIVES DE L'EXPLOSION

Pour résumer cet exposé et pour mieux faire saisir les phénomènes que nous venons d'analyser, nous avons établi une série de dessins (fig. 65 à 70) qui sont en quelque sorte l'illustration des faits et mettent en évidence les phases successives de l'explosion. Mais ces croquis ne sauraient être considérés comme exacts dans le détail, ils n'ont d'autre but que de fixer les idées.

Chaque vue est complétée par une légende.

G. — CONCLUSIONS

L'explosion de la machine 626 s'explique donc aussi bien dans ses détails que dans ses grandes lignes par la chute originelle du ciel du foyer. La disposition particulière de la chaudière avec son foyer profond, qui justifie pleinement la transmission de l'explosion au corps cylindrique, et le mode de rupture du corps cylindrique, dont l'extrême division n'a été que la conséquence d'une première ouverture, montrent que malgré le morcellement de la chaudière l'explosion se comprend parfaitement sans qu'il soit nécessaire de recourir à aucune hypothèse de surpression instantanée comme en produisent les explosifs.

Les constatations que nous avons faites prouvent bien qu'on ne saurait attribuer à l'explosion une autre origine que la chute du ciel : même si l'on négligeait les détails du phénomène, la parfaite symétrie constatée dans la première partie du mouvement de la chaudière et la rupture de la virole arrière du corps cylindrique suivant une génératrice latérale sont des faits généraux qui devraient faire écarter toute idée d'origine de rupture dans le corps cylindrique ; car si un phénomène symétrique provoque facilement dans la succession des faits un phénomène asymétrique, l'inverse est improbable. D'ailleurs, sans avoir recours à des considérations aussi abstraites, nous ferons remarquer que si la rupture avait eu son origine dans le corps cylindrique, celui-ci s'étant ouvert latéralement, le premier effet aurait été de basculer l'ensemble de la chaudière et on ne trouverait pas la parfaite symétrie de marques relevées sur la boîte à feu.

Pourquoi le ciel du foyer est-il tombé ?

Sur ce point, il nous est impossible de répondre, car nous n'avons pu déterminer quelle était celle des pièces de la suspension qui avait cédé la première. Mais quoique la suspension d'un ciel de foyer soit la partie délicate d'une chaudière, il paraît peu vraisemblable que le ciel du foyer de la machine 626 soit tombé sans qu'il y ait eu surpression dans la chaudière.

Bien que nous n'ayons pu établir que cette surpression se soit réellement produite et que le témoignage d'agents, intéressés il est vrai dans l'accident, tende même à prouver le contraire, la Compagnie croit devoir abandonner le modèle de soupapes dont était munie la machine 626.

Ce modèle de soupapes, très répandu en Angleterre, a été adopté par la Compagnie de l'Ouest il y a vingt ans, en raison de certains avantages qu'il présente ; mais depuis dix ans, on lui a préféré, pour les constructions neuves, un type plus perfectionné.

La substitution de ce second type au premier, sur les machines qui en sont munies, est actuellement en cours d'exécution ; elle sera bientôt achevée et il y a tout lieu d'espérer que cette mesure, jointe à un redoublement d'attention dans la visite des ciels de foyers, sera de nature à éviter le retour de l'accident qui l'a motivée.

ÉLECTRICITÉ

FUSION DU VERRE PAR L'ÉLECTRICITÉ, ET CHAUFFAGE AU MOYEN DE CONDUCTEURS
DIVISÉS (Kryptol), d'après **M. Bronn** (1).

C'est vers 1897 que le propriétaire d'une verrerie de la province rhénane, Becker, eut l'idée d'utiliser l'énorme chaleur du four électrique pour la fusion du verre, et qu'il prit un brevet dans ce sens. L'idée, cependant, n'était pas nouvelle; déjà en 1881 *Reich et Cie* (brevet allemand 17736) avait proposé de fondre le verre électriquement. L'appareil indiqué dans le brevet est caractérisé par une trémie de porcelaine fermée à la partie inférieure par un tamis de platine, qu'un courant électrique porte à l'incandescence. Le verre placé dans la trémie s'échauffe, fond au contact du platine et s'écoule dans un petit creuset d'où on l'extrait pour le travailler. Le brevet mentionne entre autres que ce four convient surtout au travail des verres plombeux, revendication singulière, si l'on songe que le platine incandescent ne supporte pas le contact de cet élément.

Il faut également mentionner le procédé du docteur Askenasy (br. all. 91 732) qui date de 1896, et qui a pour but de former une sorte de couverte sur les tuiles et autre terres cuites en les soumettant à l'arc électrique.

Le point important du brevet allemand Becker (n° 101 176) délivré en 1899 est la description du four à gradins (fig. 1, 2, 3). Chaque étage b_1, b_2, b_3 est muni d'une paire d'électrodes en charbon. La masse tombe de la trémie a sur le premier gradin b_1 , s'échauffe au contact de l'arc, s'écoule sur l'étage inférieur b_2 , puis sur b_3 , où la fusion est complète. Le verre fondu se rassemble dans un creuset divisé en trois compartiments c, d, e , qui assurent la clarification du verre.

Les arcs g , disposés autour du creuset, empêchent le refroidissement. Dans le brevet français (n° 275 627), ces derniers arcs g sont remplacés par des résistances parcourues par un courant. La mise en pratique du procédé Becker eut lieu en 1900 dans une usine électrique de Cologne.

C'est à peu près vers la même époque qu'apparurent les brevets *Lühne* à

(1) *Elektrochemische Zeitschrift*, 1904 et 1905, p. 144, 167, 183, 205.

Aix-la-Chapelle. Les figures 4 et 5, tirées des brevets anglais 23 990/1899 et 24 148/1899 représentent les détails du four.

Ce dernier possède deux rangées d'arcs disposés dans un long creuset A. L'électrode négative 1 est formée par un bloc de charbon creux, placé au milieu du four dans le sens longitudinal. De chaque côté, et se faisant vis-à-vis, se trouvent des électrodes positives, telles que 2 et 3, sur toute la longueur du four.

Les charbons 2 et 3 avancent automatiquement au fur et à mesure de la combustion. L'électrode positive est en un tube fer-

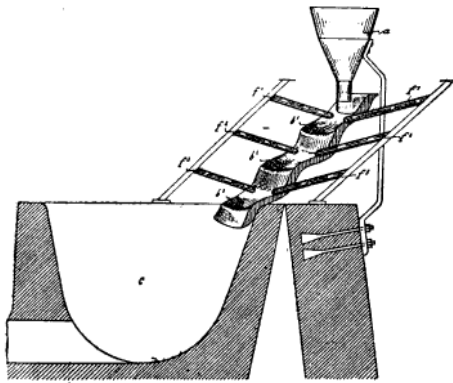
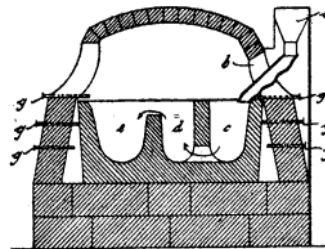
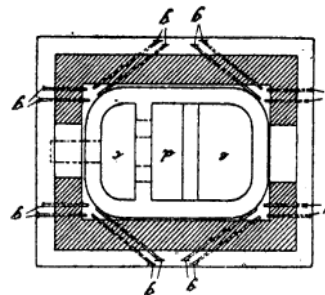


Fig. 1, 2 et 3. — Four à gradins Becker (1899).



mé à un bout et portant des ouvertures latérales o, par lesquelles on envoie un courant d'hydrogène. Ce dernier élève la température de l'arc par sa combustion, et allonge l'arc. Le dispositif d sert à répartir la charge de verre amenée par un élévateur; la masse fondue s'écoule par le canal B, vers les bassins de clarification G et de travail F.



Ce procédé de Lühne fut décrit avec enthousiasme par Baumann (1) et nous renvoyons en outre à une courte notice (2), contenant la figure ci-après (fig. 6). Les publications sur le procédé Lühne déterminèrent la société Becker et C^{ie} à déposer une nouvelle série de brevets pour s'assurer, autant que cela était encore possible, le domaine de la fusion électrique du verre.

Le brevet allemand Becker 138 416 (fig. 7) décrit un procédé dans lequel les ouvertures permettant le passage des électrodes sont fermées de manière à éviter l'accès de l'air. Dans ce but le creuset est à doubles parois et l'espace

(1) *Elektrotechnische Rundschau*, 1898-1899. Heft 13.

(2) *Die Glasindustrie*, XII. Jahrgang, N° 19. Berlin, 1901.

vide *o* est rempli d'une matière pulvérente quelconque, du verre par exemple, qui obture les orifices de passages des électrodes *c* et *d*. De plus les dispositifs *b* et *f* ont pour but de préserver le verre fondu des poussières de charbon et des cendres. Enfin, pour prévenir toute rentrée d'air par la partie inférieure, on a prévu une sorte de joint hydraulique *p*, contenant du verre fondu.

Une série d'autres brevets ont été pris par le *docteur Vœlker* au nom de la Société Becker et C^{ie}. Le premier d'entre eux, n° 134 935 (fig. 8), recommande l'emploi d'un toit *p* qui a pour but de mieux utiliser la chaleur rayonnée par les arcs, et de ne laisser tomber la charge qu'après avoir été préalablement

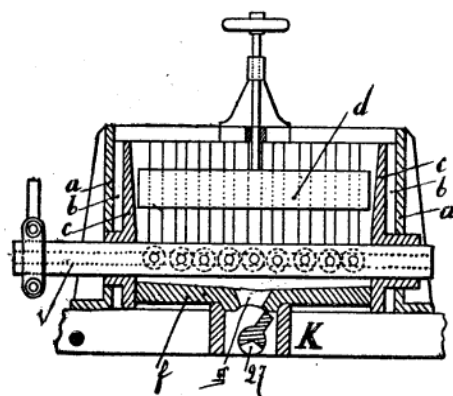


Fig. 4. — Four Lühne. Détail du creuset A.

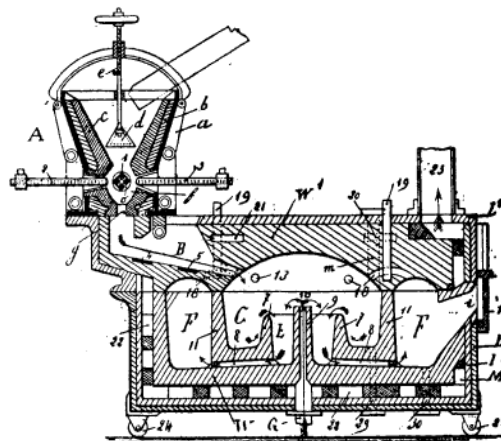


Fig. 5. — Four Lühne (1899).

réchauffée. L'influence favorable du toit *p* et des arcs *h h* a comme contrepartie l'impossibilité de disposer des regards pour observer la marche du four; de plus, il arrive que la charge peut subir un commencement de fusion dans l'espace *o* et entraver complètement la marche.

Les difficultés attachées à l'emploi exclusif d'arcs électriques conduisirent à les combiner avec le chauffage au moyen des résistances. Dans le brevet allemand 124 702 (fig. 9), la charge amenée par la vis hélicoïde *b* vient en contact avec les arcs *c* et *d*, et s'écoule dans le bassin de clarification *f*. La masse fondue, rendue ainsi conductrice, vient en contact avec les électrodes *m* et *n*. Afin que le verre en fusion ne soit pas souillé par les électrodes de charbon, on a prévu des cloisons perforées *g* et *h* qui laissent passer le courant tout en empêchant les remous dans la masse fondue. Le trop-plein *o* laisse écouler la masse clarifiée vers le bassin de travail *p*.

Un autre brevet du docteur Vœlker (br. all. 128 250) (fig. 10) ne présente pas

de modification sensible, ni dans le principe, ni dans la forme du four : la masse subit une fusion préalable, dans les canaux munis des arcs *c, d*. La fusion s'achève dans le circuit *l*. Le verre s'écoule en *p* d'où on le prélève pour le mettre en œuvre. Le point nouveau est la disposition, en étoile, des canaux de fusion *a, a*.

Dans le brevet allemand 131 291 le docteur Vœlker décrit un procédé où

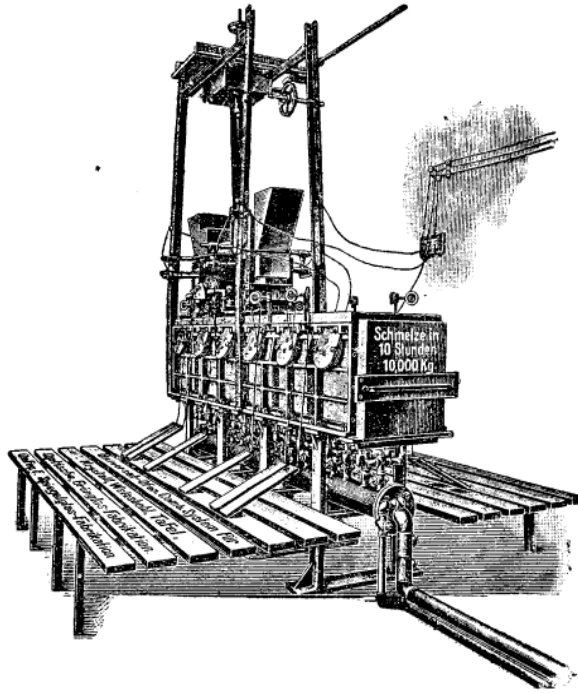


Fig. 6. — Four Lühne.

la masse de verre, qui n'est pas conductrice à froid, est rendue telle, par l'addition d'une substance conductrice : graphite, poudre de charbon, etc., dans la proportion d'environ 10 p. 100. Le mélange conducteur est intercalé comme résistance dans le circuit. Tous ces conducteurs influent sur la couleur du verre, de sorte que ce dernier procédé ne peut servir que pour la fusion d'un verre noir.

Relativement aux travaux de Becker et du docteur Wœlker, exécutés jusqu'à l'été 1901, nous renvoyons aux publications du docteur Bernbach (1), de Du

(1) *Elektrotechnischer Anzeiger*, 1900, p. 1565, 2151, 2251, 2392. *Elektrochemische Zeitschrift*, VIII, 421.

Welz (1), de Kershaw (2). Au sujet du four d'essai exécuté à l'usine électrique Leunewerk à Plettenberg i. W. (fig. 11) on trouvera quelques indications dans le *Zeitschrift für Elektrochemie*, 1902, p. 419. Ce four comportait un canal de fusion avec trois arcs électriques et au-dessous une cuve de 30 à 40 litres chauffée au coke. La chaleur perdue était utilisée pour chauffer une chambre dans laquelle les objets terminés se refroidissaient lentement.

Pendant l'été 1901, la direction des recherches fut confiée à l'auteur, qui s'installa dans une dépendance de la centrale de Cologne. Le courant alternatif

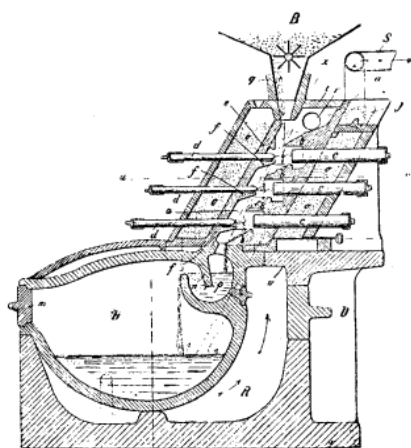


Fig. 7. — Four Becker.

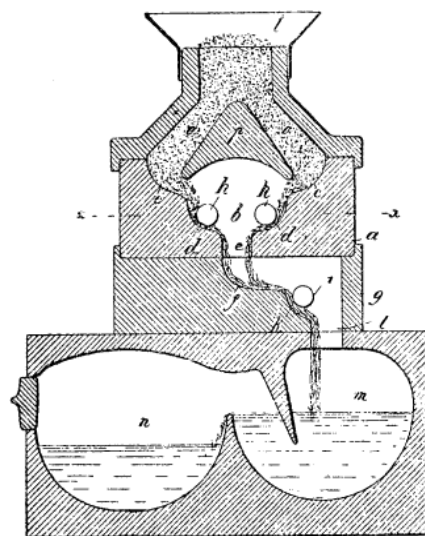


Fig. 8. — Four Voelker.

du secteur de 2000 volts (avec 100 fréquences par minute) fut transformé en courants de 55 et 110 volts. Trois lignes principales amenèrent le courant aux ateliers d'essai, fig. 12. Le tableau de distribution comprenait, outre l'interrupteur principal 1, 3 voltmètres, 3 ampèremètres, les appareils de sûreté *s* et commutateurs *u*, permettant d'avoir à volonté 55 ou 110 volts. Du tableau de distribution, partaient trois paires de lignes parallèles 3 aboutissant d'une part directement aux fours, d'autre part traversant trois rhéostats; chacun de ces derniers avait 6 contacts et pouvait supporter un courant de 100 ampères. Les plaques 3 et 5 portaient trois armatures pour câbles souples de 50 millimètres de diamètre, à ces derniers se trouvaient fixées les électrodes en

(1) *L'Industrie* (Bruxelles), 1901, p. 505-509. *L'Électricien*, 1902, p. 69-74.

(2) *El. Rev.*, N.-Y., 1903, 734.

charbon. Suivant les essais, on a employé des charbons de 25 à 40 millimètres de diamètre et de 400 jusqu'à 600 millimètres de longueur. Le joint entre le charbon et le câble était (fig. 12 *bis*) obtenu par l'intermédiaire d'une armature en laiton 2 munie de vis.

Le four (fig. 13) contenait deux creusets situés l'un au-dessus de l'autre. Le creuset supérieur 3 était muni de deux paires de charbon, l'inférieur 4 d'une paire seulement. Le verre ayant subi un commencement de fusion s'écoulait dans le bassin 2, d'une capacité de 5 à 8 litres, protégé par le couvercle 3 et le manteau 1. Par l'ouverture 7, ménagée dans le manteau, on introduisait 2 ou 3 brûleurs Fletsch pour maintenir le verre à l'état de fusion. Le chargement

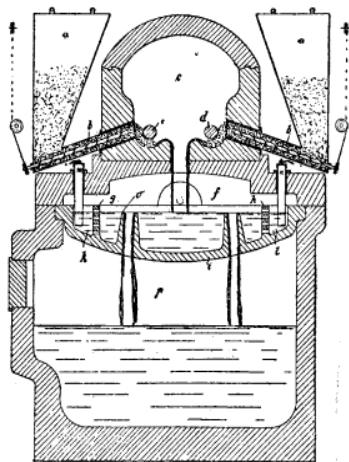


Fig. 9. — Four Voelker.

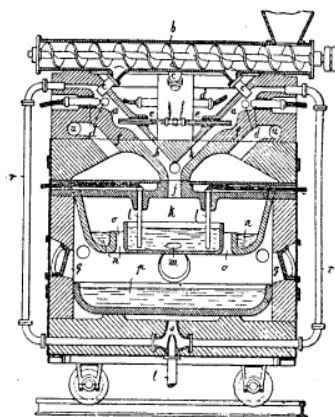


Fig. 10. — Four Voelker.

s'effectuait par l'orifice 12; les regards 11 permettaient d'observer les phases successives de la fusion.

Pour observer les arcs, on s'est servi avec avantage de cadres en bois de 20 × 20 centimètres, portant deux lames de verre superposées, l'une violette, l'autre verte. Le travail, avec des arcs de grande intensité, est très dangereux pour la vue, et, à la longue, il est difficile d'éviter des maux d'yeux très douloureux.

Les fours avec cheminée verticale, comme celui de la figure 13, ont l'inconvénient de souiller le verre par la chute des poussières du tuyau; de plus, l'arc dévié vers le haut, par suite du tirage, est mal utilisé.

Ces inconvénients conduisirent à établir un nouveau four (fig. 14) dans lequel les arcs furent soumis à un tirage de haut en bas. On réalisait ainsi une meilleure utilisation de la chaleur et, de plus, la disposition adoptée permettait

l'emploi d'électro-aimants pour dévier la flamme dans une direction donnée.

Le problème posé à l'auteur, de déterminer la composition du verre le plus convenable pour la fusion électrique, se montra bientôt à peu près sans objet. Les essais de fusion montrèrent, en effet, que le verre obtenu, en particulier sa couleur, était indépendant de la masse soumise à la fusion.

Pour trouver la raison de ces faits, on opéra avec le dosage d'une verrerie voisine, savoir : 100 kilogrammes de sable, 40 kilogrammes de soude, 25 kilo-

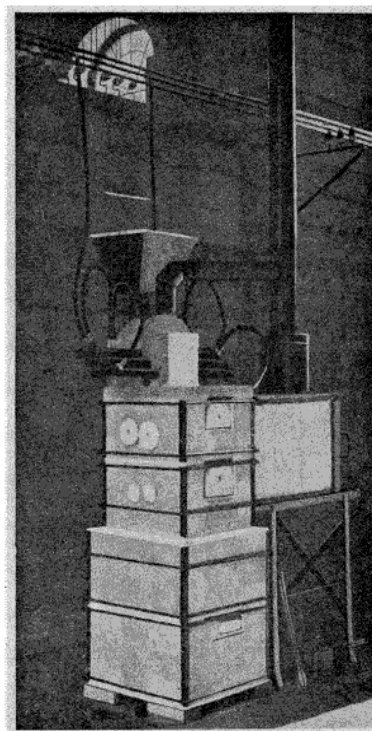


Fig. 11. — Four Becker de Leunewerk.

grammes de nitrate de soude, 15 kilogrammes de carbonate de chaux, avec un peu d'oxyde d'antimoine, de bioxyde de manganèse et d'oxyde de cobalt, et qui fournissait habituellement un verre absolument blanc. Par la fusion électrique on n'obtient pas un verre blanc, mais un verre très diversement et irrégulièrement coloré. Il ne fut pas difficile de constater que les électrodes de charbon étaient l'unique cause de ces colorations diverses.

Un examen attentif des arcs, au moyen de l'écran décrit plus haut, permit de voir les particules de charbon des électrodes tomber dans le verre fondu

en le colorant de toutes les teintes comprises entre le vert clair et le brun sombre. On essaya de combattre cet inconvénient par la voie chimique, en augmentant la quantité de salpêtre de manière à brûler le charbon, mais ce

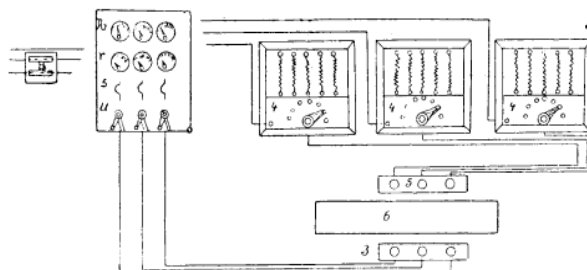


Fig. 12.

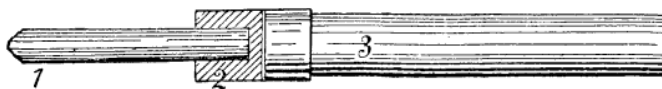


Fig. 12 bis.

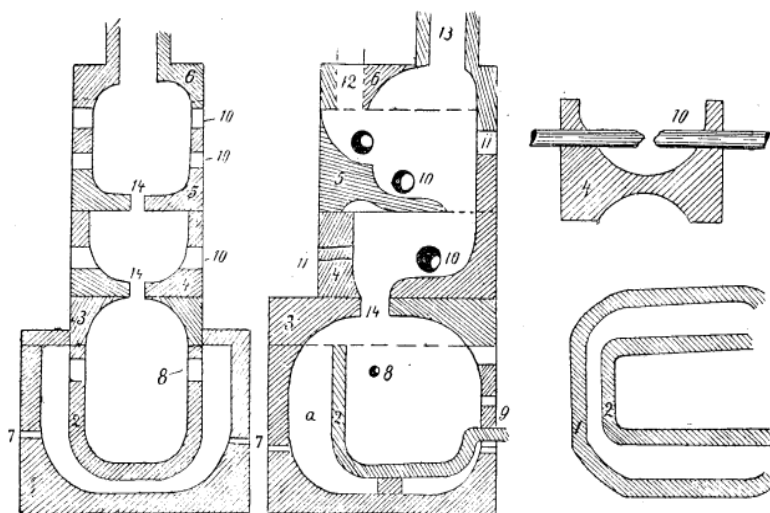


Fig. 13.

moyen ne réussit pas. Le verre obtenu était bien plus clair, voire même blanc, mais il contenait de nombreux grains de sable non fondus par suite du passage trop rapide devant les électrodes.

Essayait-on de ralentir la fusion, en diminuant l'inclinaison du canal de

fusion, le salpêtre était de suite décomposé, perdant son action avant que la fusion soit complète. L'addition d'oxydants dans la masse déjà fondue ne

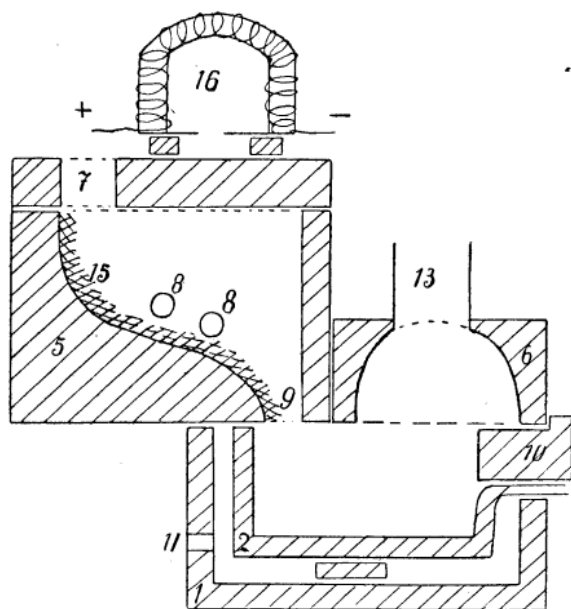


Fig. 14.

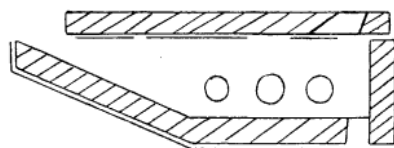


Fig. 15.

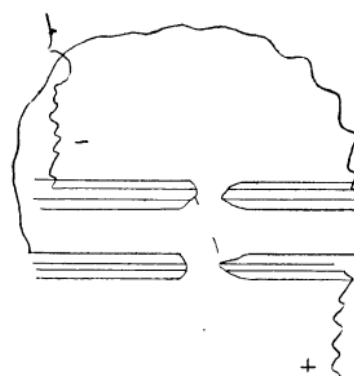


Fig. 16.

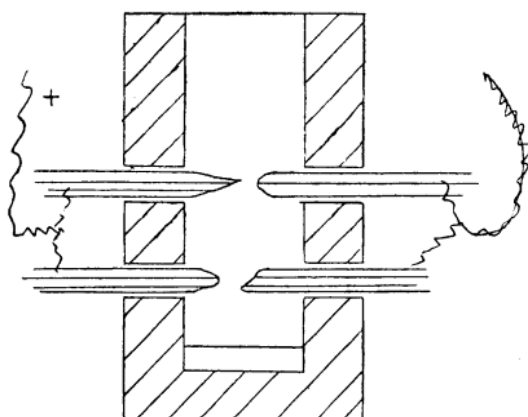


Fig. 17.

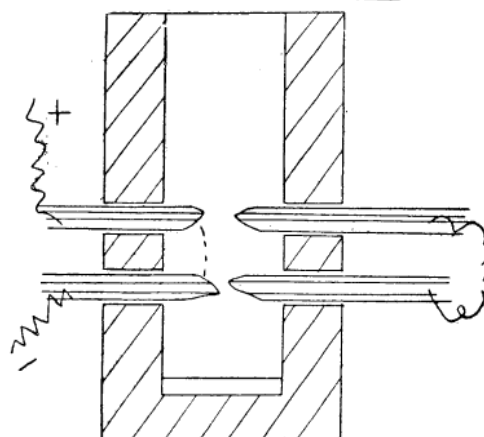


Fig. 18.

donne pas non plus de bons résultats, ce qui s'explique par les variations continuelles et imprévues, de la quantité d'impuretés à brûler.

Des recherches furent alors effectuées dans le but d'empêcher la chute des

poussières de charbon dans le verre fondu. On remarqua que la quantité de poussières augmente avec la longueur de l'arc électrique; de plus, toutes choses égales, les fortes électrodes donnent moins de poussière que les petites. Pour diminuer la poussière provenant du frottement des électrodes dans les ouvertures du creuset 10 (fig. 13), on donna à ces dernières une forme conique en introduisant un anneau de porcelaine. Pour les essais ne durant que deux à trois heures, on peut avec avantage enduire le charbon d'un mélange d'amianté et de silicate de soude. L'emploi de manchons en nickel, enveloppant étroitement les charbons, n'a pas donné de bons résultats. Dans ce cas, on espérait que l'oxyde de nickel formé, tombant dans le verre fondu, agirait comme décolorant; au contraire, le verre obtenu a toujours présenté une teinte fumée.

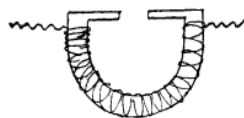


Fig. 19.

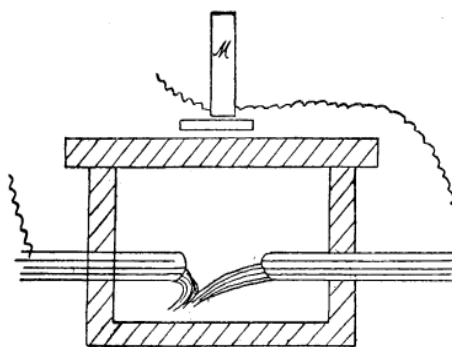


Fig. 20.

Le fait déjà mentionné : qu'il y a avantage à employer de fortes électrodes, fit supposer que la résistance du charbon jouait un rôle, et comme il était impossible d'augmenter la section des charbons, l'auteur songea à l'emploi d'électrodes en graphite, dont la conductibilité est presque le triple. La projection de particules charbonneuses diminua d'une façon notable, mais l'arc se comporta différemment. Pour une même tension, l'arc devint plus court, son effet calorifique fut diminué, et les interruptions se produisirent plus souvent.

Enfin quelques essais eurent lieu avec des électrodes métalliques. On employa des électrodes en tubes de laiton et de fer de 10 millimètres de diamètre et fermés hermétiquement par un bouchon du même métal. Une circulation d'eau froide assurait le refroidissement. Les tubes de laiton entrèrent en fusion dès le premier essai; quant aux tubes de fer, ils devinrent magnétiques et vinrent en contact. Un essai avec une électrode de charbon et une autre de fer n'eut pas de meilleurs résultats. L'extrémité de l'électrode de fer se transforma en fonte au contact du charbon et entra en fusion.

Les essais ultérieurs furent donc effectués avec des électrodes de charbon. Les charbons homogènes donnent de moins bons résultats que les charbons à mèches.

L'état de régime du four s'établit assez rapidement, environ au bout d'un quart d'heure, cependant on peut encore constater de fortes déviations du volt-

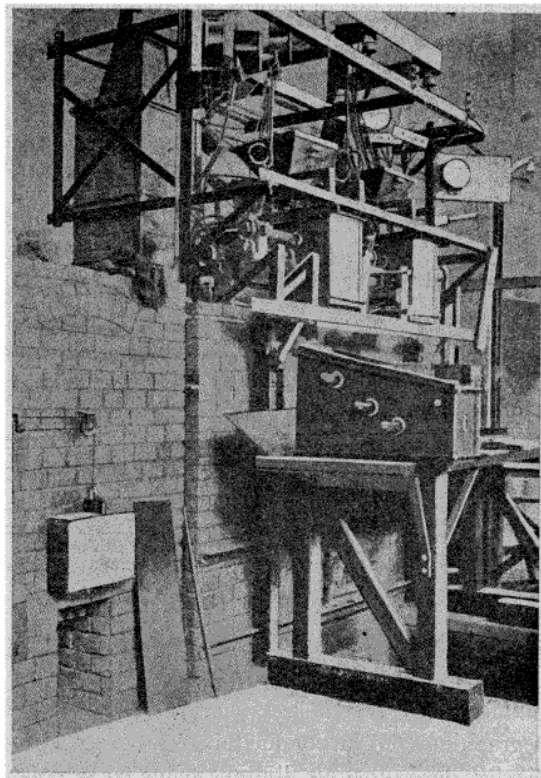


Fig. 21. — Four *Styzinski Euskirchen*.

mètre et de l'ampèremètre. Cela est dû à ce que la fusion n'a pas lieu uniquement dans l'arc électrique; de temps à autre le four fonctionne comme un four à résistance. L'arc ne jaillit plus alors entre les deux charbons, une étincelle va seulement de chaque électrode jusqu'à la masse en fusion, et les deux étincelles sont reliées par une couche de verre particulièrement étincelante. Ce mode de chauffage mixte est plus avantageux que le chauffage exclusif soit par l'arc, soit par la résistance; la fusion une fois commencée se continue d'elle-même à la seule condition que les charges soient proportionnées avec la

production du four. Il peut arriver cependant que le pont lumineux cesse de se produire pendant plus d'une minute et que la solidification se produise vers le trou de coulée; quand le pont lumineux reparait, la masse fondue ne peut s'écouler, se surchauffe ainsi que le fond du creuset; en quelques minutes, ce dernier devient conducteur et commence à se dissoudre dans le verre en fusion. Cette impureté rend le verre pâteux et, si le phénomène ne peut être enrayé de suite, le mieux est d'interrompre la marche, autrement le fond du creuset serait rapidement percé.

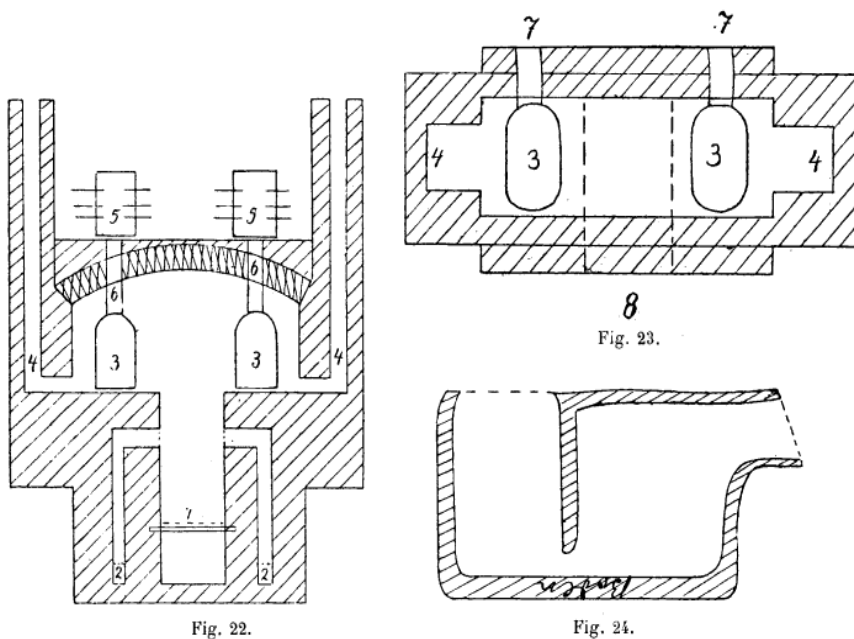


Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

La résistance intérieure du four oscille très notablement suivant qu'il y a production d'un arc ou du pont lumineux. Pendant la durée de l'arc la tension est d'environ 70 volts; elle tombe à 40 volts dans le second cas. Pendant la durée du pont lumineux, l'ampèremètre marque environ 100 ampères; par contre, dans le régime de l'arc, il en indique seulement 60. En général, on a observé qu'entre la première paire de charbons régnait l'arc, alors qu'entre la seconde paire de charbons régnait le pont lumineux.

La consommation d'énergie pendant ces essais a été de 4 à 6 k-w-heure par kilogr. de verre fondu. Le verre obtenu était notablement plus siliceux que le mélange soumis à la fusion. Cette différence dans la teneur en acide siliceux

n'était pas constante, mais dépendait de la rapidité de la fusion : plus cette dernière a lieu lentement, plus est grande la quantité d'alcali volatilisé.

Ces expériences montrèrent que le procédé de fusion électrique était encore trop coûteux pour le verre ordinaire et conduisirent à essayer de préparer un verre riche en acide silicique.

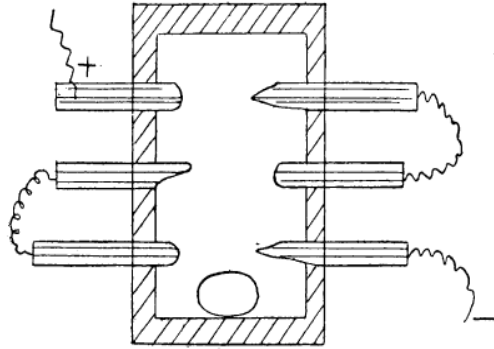


Fig. 25.

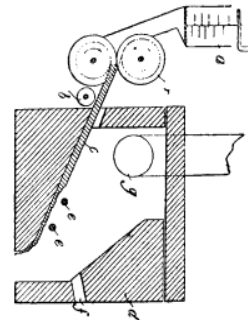


Fig. 26. — Four Bronn.

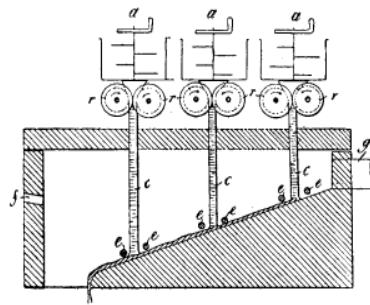


Fig. 27. — Four Bronn.

Pour effectuer ces nouveaux essais, on a employé un four en réfractaire de *Dinas* enveloppé d'une chemise de tôle (fig. 15) : au lieu de *Dinas* on peut garnir la tôle d'un mélange de sable humide et d'une trace de silicate de soude. De cette façon, le revêtement peut fondre en partie sans modifier sensiblement la composition du verre. Pour des petits essais, 1 ou 2 arcs suffisent, avec des charbons de 25 millimètres de diamètre. Dans le cas de 2 arcs couplés en parallèle (fig. 16), et avec une faible intensité (100 à 120 ampères et courant alternatif), il est difficile de faire fonctionner les deux arcs simultanément. Cet inconvénient cesse, si chaque électrode, éloignée d'environ 4 mètres de la prise de courant, est alimentée par un câble séparé. Si on marche avec une plus

forte intensité (300 à 400 ampères et courant continu), on peut directement relier les électrodes au câble.

Le couplage en parallèle est préférable au couplage en série. En effet, lorsqu'il s'agit de matériaux très peu fusibles, il faut rapprocher autant que possible les électrodes, et dans le second couplage il ne jaillit plus qu'une étincelle suivant la diagonale (fig. 17 et 18).

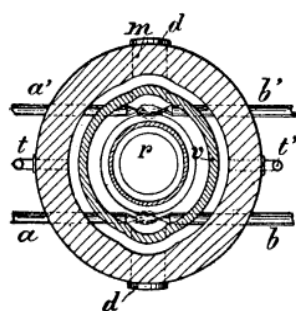
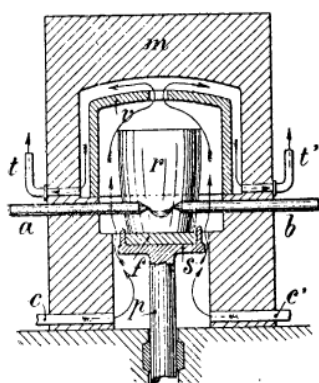


Fig. 28 et 29. — Four Gabreau.

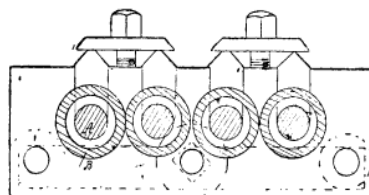
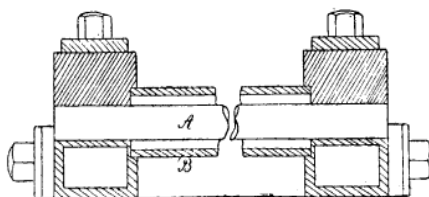


Fig. 30 et 31. — Four Eddy.

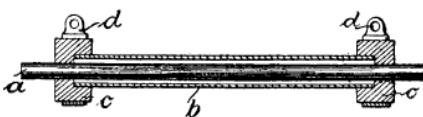


Fig. 32. — Tube Bronn.

L'auteur a fait également des essais sur la fusion du quartz; la matière première était le sable du Rhin dit *sable cristallisé*, employé tel, ou comprimé en briquettes au moyen d'une trace de silicate de soude.

Le produit fondu présentait l'aspect d'un émail étincelant, et presque blanc; seules, les arêtes minces étaient transparentes. L'opacité semble due à l'inclusion d'un grand nombre de petites bulles. Le quartz fondu, tant qu'il est dans le voisinage de l'arc, se comporte comme du verre, il se laisse travailler facilement et étirer en fils longs et fins. Cependant il faut éviter de toucher le quartz

liquide ou pâteux avec un instrument de fer. Le fer projette des étincelles qui engendrent des taches noires sur la surface du quartz, sans paraître cependant se dissoudre dans la masse sous-jacente. Une partie de la silice se volatilise

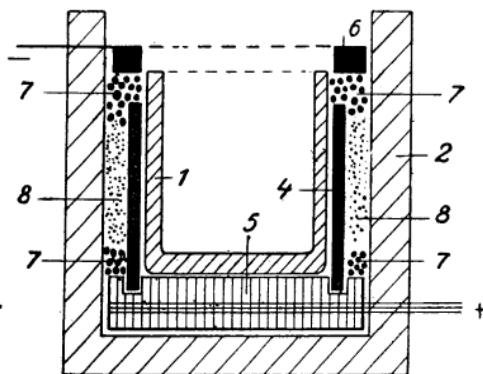


Fig. 33. — Creuset Bronn.

avant la fusion, et les vapeurs blanches se condensent sur les objets environnants, sous forme d'un fin précipité blanc.

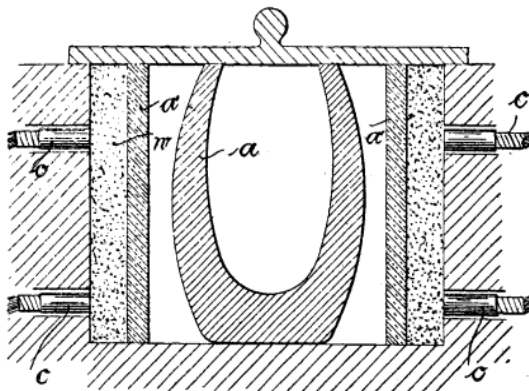


Fig. 34. — Creuset Bronn.

Si, au lieu de sable, on prend du quartz en morceaux, analogue à celui qui est employé dans les fabriques de porcelaine et certaines verreries, on obtient une masse fondue d'un blanc éblouissant sans traces de fer, même dans le cas où le quartz employé est ferrugineux. L'oxyde de fer est donc volatilisé avant que la masse entre en fusion. Par l'emploi d'un arc de 200 ampères et 120 volts, on a pu fondre des morceaux de quartz assez volumineux, sans cependant que

la masse obtenue soit transparente. En concassant ces derniers à la grosseur d'une noix et en les soumettant à nouveau à l'arc, on a pu obtenir une masse transparente. L'insensibilité du verre de quartz aux changements brusques de températures permet de séparer facilement la partie complètement fondue.

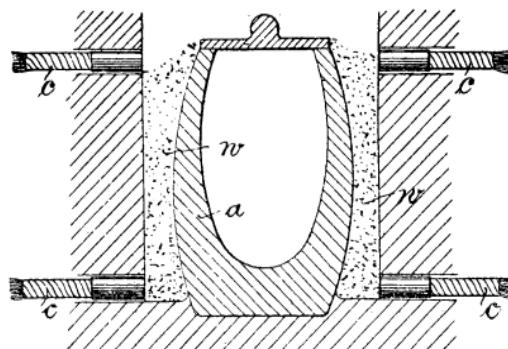


Fig. 35. — Creuset Bronn.

A cet effet, on plonge le bloc de quartz sortant du four dans de l'eau froide. La partie qui n'a subi qu'un commencement de fusion devient alors friable et on peut, par simple friction à la main, la séparer du verre de quartz, qu'une

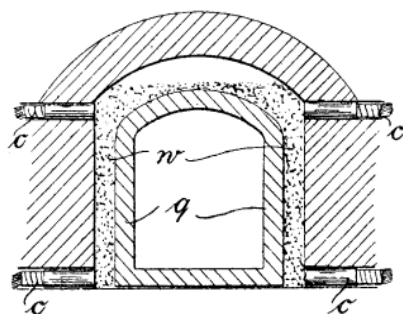


Fig. 36. — Creuset Bronn.

brusque différence de température de 2000° n'a aucunement modifié. Les débris de verre de quartz, même opaques, présentant une arête vive, peuvent servir avantageusement de couteaux à verre. Ils ont, sur ces derniers, l'avantage de ne pas se rouiller.

Il a déjà été mentionné plus haut qu'un électro-aimant pouvait être employé pour dévier la direction de l'arc.

Le système employé fut celui du constructeur *W. Schuen*, d'Aix-la-Chapelle,

qui permet de travailler avec un courant alternatif (fig. 19). L'électro-aimant fut intercalé dans le circuit du premier arc (fig. 20). Malgré son éloignement d'environ 20 centimètres, l'action fut très énergique. L'emploi d'aimants n'est pas sans inconvénients, lorsqu'il s'agit d'une marche de longue durée. La flamme aiguë de l'arc n'offre qu'une faible surface de chauffe et peut facilement percer la paroi du creuset. D'ailleurs, les avantages que l'on cherche à obtenir par l'emploi d'aimants peuvent être atteints par d'autres procédés, en particulier en soufflant un courant de gaz chaud.

En 1902, l'occasion se présenta, d'effectuer en grand la fusion électrique du verre, pour laquelle la Karbidwerk Deutsch-Matrei, près d'Innsbruck, proposait l'énergie électrique dans des conditions avantageuses.

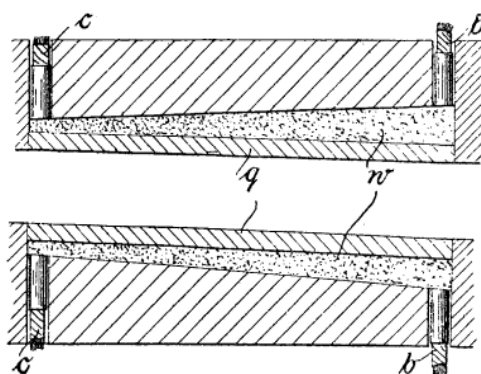


Fig. 37. — Creuset Bronn.

A défaut d'autre moyen pour maintenir dans les bassins de grandes quantités de verre à l'état fondu, on dut munir les premiers fours du système habituel de chauffage à la houille. Cette partie des fours a été exécutée d'après les plans de *H. Styzinski-Euskirchen* (fig. 21 à 24).

A la partie inférieure, on voit le foyer 1 et les canaux 2 pour le chauffage préalable de l'air. Au-dessus les bassins 3, d'environ 80 à 100 litres. Les gaz de la combustion enveloppent le four et s'échappent par les cheminées 4. Les creusets 5 sont munis chacun de trois paires de charbons. Le verre fondu s'écoule par le conduit 6 dans le bassin qui présente une cloison médiane (fig. 24), le verre est prélevé pour le travail par l'orifice 7.

Le courant disponible était du courant continu d'une tension de 140 volts. Les expériences antérieures ayant été faites avec des courants alternatifs, il fallut faire de nouveaux essais pour déterminer les meilleures conditions de couplage des électrodes. Le couplage adopté est celui de la figure 25; il présente

l'inconvénient que tous les arcs s'interrompent à la fois, dès qu'un seul est coupé. Les charbons ne brûlent pas symétriquement; les pôles négatifs se taillent en pointe, et la paroi du creuset située dans le voisinage de ce pôle a tendance à fondre. Les premiers essais réguliers produisirent 8 kilogrammes de verre par creuset et par heure, avec le courant de 140 volts et 200 ampères (soit environ 40 chevaux-heures). Par la suite le rendement fut doublé.

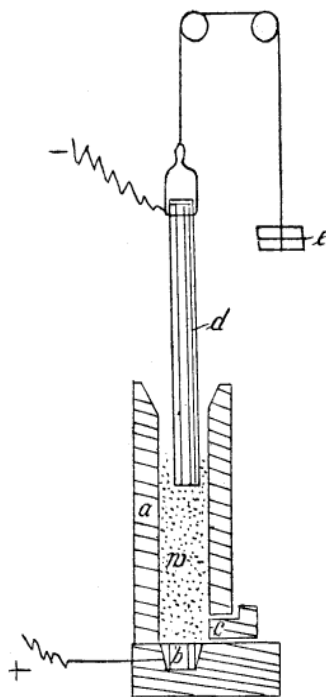


Fig. 38.

Le dosage employé était de :

Sable..	1000
Soude..	400
Marbre pulvérisé..	200
Nitrate de soude..	2

Le verre obtenu variait du jaune clair au brun clair, il présentait parfois des petits grains incomplètement fondus.

La mise au point du procédé a été pénible. Avec un seul appareil composé de deux creusets et de douze charbons, installé sur une table d'environ deux mètres carrés, il faut déjà beaucoup d'expérience et de peine pour obtenir un

bon fonctionnement. Mais lorsqu'il s'agit d'installer l'appareil non plus sur une table mais sur la voûte d'un four porté à la température de 1200° - 1400° , les parties métalliques souffrent tellement qu'il faut faire un nouveau montage et le vérifier très souvent. Que l'on songe seulement que chacune des vis doit être isolée électriquement, et que les isolants qui peuvent seulement supporter des températures de 150° - 200° sont rares. Certes, on peut objecter qu'en disposant une circulation d'eau froide entre la voûte et le creuset, on faciliterait peut-être le problème, mais l'auteur n'a pas suivi cette voie, dans la crainte d'augmenter les dangers de refroidissement et de solidification du verre dans le canal de communication avec les bassins. Ces considérations ont amené l'auteur à abandonner le système mixte (arc électrique, et foyer à charbon) et à chercher un moyen purement électrique de maintenir de grandes masses de verre à l'état fondu.

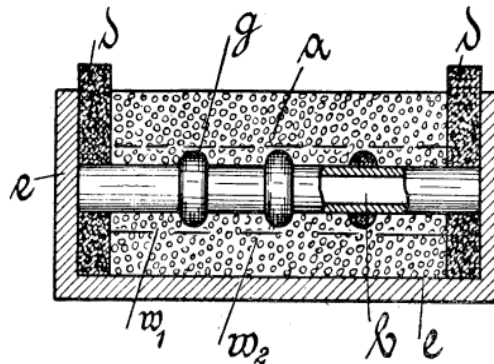


Fig. 39.

Nous mentionnerons encore ici l'essai qui fut fait avec un four à cuve, presque quadrangulaire, dont deux blocs de charbons reliés à un circuit formaient les deux parois opposées. Le verre, introduit à l'état de fusion, fonctionnait ensuite comme une résistance; au fur et à mesure de son écoulement, on projetait dans la masse en fusion de nouvelles charges du mélange à fondre. La fusion était ainsi très rapide et très complète, mais le verre était fortement coloré en brun et ne pouvait guère servir qu'à fabriquer des plaques de revêtement pour les murs ou le sol.

En conséquence, les essais de fusion du verre, soit dans l'arc électrique, soit comme résistance intercalée dans le circuit, furent abandonnés.

Le procédé de l'auteur (brev. all. 137 637) consistant à mettre le produit à fondre sous forme de briquettes, avant de le soumettre à l'arc électrique (fig. 26 et 27), diminue les impuretés et améliore la production, sans cependant résoudre les difficultés indiquées plus haut.

Le four de *Shade* (brev. améric. 722 411) n'est pas plus avantageux.

La fusion au creuset par l'arc électrique a été brevetée par *Gabreau* de Paris (brev. allem. 153 295). Le creuset *r* (fig. 28 et 29) repose sur une table mobile *p.f.s.*, qui permet d'exposer successivement les différentes parties du creuset à l'action des arcs *a b*, *a₁ b₁*. D'après *Gabreau*, on peut fondre le quartz dans ce four. Lors des essais au Conservatoire des Arts et Métiers, on put fondre 300 grammes de nickel en 16 minutes avec 75 ampères. Il est cependant peu probable qu'un tel dispositif puisse servir dans la fusion industrielle du verre.

Le procédé de *Kessmeier* (brev. améric. 745 863) permet de surchauffer avant la coulée, le verre fondu par les procédés habituels. La *Saint Louis Plate Glass Co.* (brev. allem. 150 700) emploie le chauffage électrique pour la fabrication des glaces.

Enfin le brevet américain 677 070 de *Eddy* a trait à la fabrication des émaux

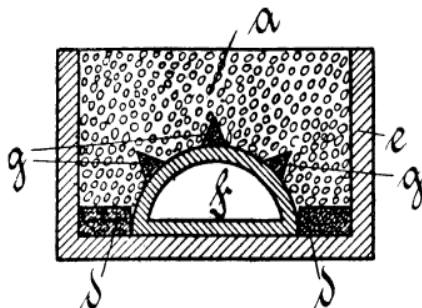


Fig. 40.

(fig. 30 et 31). L'appareil consiste en une grille formée de baguettes de charbon *A*, contenues dans des tubes de porcelaine *B*. Le courant passe par les charbons; quand la porcelaine est à une température élevée, elle devient conductrice et on peut retirer les charbons.

Les déconvenues éprouvées dans tous les essais de fusion du verre par l'arc électrique, conduisirent l'auteur à reprendre l'idée ancienne, de chauffer électriquement un creuset. Le chauffage au moyen de résistances métalliques parut peu praticable pour une action prolongée, aussi le charbon fut-il choisi. Les données de *Borchers*, sur le chauffage au moyen de baguettes de charbon (1), servirent à établir un appareil (fig. 32) composé d'une baguette *a*, de 35 centimètres de long et 5 millimètres de diamètre, enveloppé étroitement par un tube *b* en porcelaine de *Marquardt*. Le tout fut plongé dans le verre et intercalé

(1) *Encyclopédie der Electrochemie, Futwicklung, Bau, und Betriete der electrischen ofen*, par W. Borchers, Halle s.-S. Knapp. 1877.

dans le circuit au moyen des manchons *c*. La tension au début était de 20 volts, le courant de 30 ampères. Au bout de 8 minutes, le tube était déjà incandescent et la masse environnant le tube de porcelaine subissait un commencement de fusion. Au refroidissement, le tube éclata par suite d'un refroidissement non uniforme. Quoique ce danger ne fût pas à craindre pendant une marche continue, l'appareil était cependant trop fragile pour qu'on pût songer à effectuer des essais importants et avant tout à obtenir un verre transparent. C'est alors qu'on songea au dispositif représenté fig. 33. Le creuset circulaire en argile repose sur une plaque de charbon 5, il est recouvert par une couronne de charbon 6. Ces deux pièces sont reliées par des baguettes de charbon 4, qui ferment le circuit. Cet appareil s'est bien comporté, mais le courant qui passe est faible. De plus,

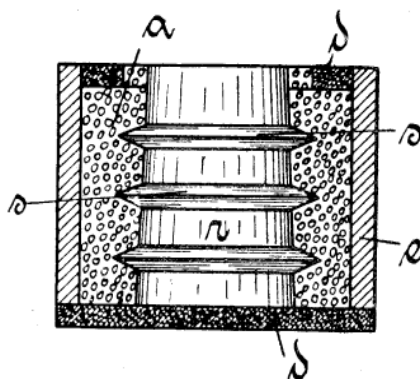


Fig. 41.

si l'une des baguettes éclate, un arc prend naissance, qui perce rapidement la paroi du creuset. L'auteur remplaça alors ces baguettes par des grains de charbon remplissant l'intervalle compris entre le manteau et le creuset. La résistance devint alors considérable en comparaison de celle du charbon compact. L'important, pour obtenir de bons résultats, est de faire le remplissage aussi uniformément que possible et surtout de n'exercer aucune pression sur lui. L'ignorance de ce dernier facteur paraît avoir été la cause de l'insuccès des divers systèmes de chauffage électrique de ce genre.

Comme applications typiques de ce procédé, citons celle du brevet suisse de l'auteur n° 27 642, classe 12 (fig. 34 à 37), *w* représente la résistance pulvérulente, *c* les prises de courant. Dans le dispositif de la figure 34, le creuset peut être enlevé avec son contenu lorsque la fusion est terminée. Dans la figure 35 cela n'est plus possible. Le verre fondu est prélevé directement dans le creuset pour être mis en œuvre.

La figure 36 représente le chauffage d'un moule ; la figure 37, le chauffage d'un tube ou canal. Ce dernier dispositif permet de chauffer le côté *b* d'une façon plus intensive que le côté *c* par suite de la diminution de la résistance.

Il fallut encore un grand nombre d'essais et de mesures, pour arriver à faire fonctionner le four aux tensions normales de 100 volts et plus.

La nature de notre résistance, qui reçut le nom de *kryptol*, son degré de finesse et le couplage, ont une importance essentielle. Le but le plus difficile à atteindre était de construire chaque nouvel appareil de sorte qu'il fût réglable sans intercalation de résistance intermédiaire.

Pour les essais de construction, l'emploi d'un rhéostat pouvant varier dans

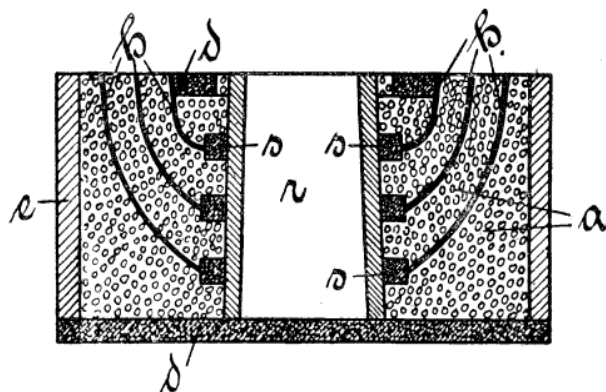


Fig. 42.

de grandes limites était nécessaire. L'intensité du courant rendait impossible l'emploi de rhéostat à fil métallique ou à liquide. L'auteur s'est servi du dispositif de la figure 38 (1). Ce rhéostat se compose d'un tube *a* réfractaire et non conducteur, dont le fond *b* est formé d'une plaque de fonte ou mieux de charbon qui sert d'électrode. L'orifice *c* permet d'enlever la résistance pulvérulente *w*. L'autre pôle est formé par le charbon *d*, que l'on peut équilibrer par un contrepoids *e*. Cet appareil sert aussi comme interrupteur. Si une résistance intermédiaire est nécessaire, le tube est rempli de la masse pulvérulente, et le charbon est amené en contact avec elle. Au fur et à mesure, on élimine par l'orifice *c* tout ou partie du contenu du tube. L'ouverture *c* doit être refermée soigneusement, afin qu'il ne se produise aucun courant d'air.

L'objection faite à ce procédé : que, la résistance du charbon diminuant avec

(1) Brevet belge 167930, au nom de l'Industrie Verrière, à Bruxelles, et brevet allemand au nom de Becker et C^o.

la température, il pourrait, à un certain moment, s'établir des court-circuits, n'a aucune valeur. En effet la chaleur engendrée est constamment absorbée pour le chauffage du contenu du four, et, même dans le cas du rhéostat de la figure 38 cela n'a pas lieu. Si on met cet appareil en circuit sur le courant du secteur (100 à 120 volts), on voit la différence de potentiel aux bornes rester sensiblement constante au bout d'un certain temps.

Le problème du chauffage domestique au moyen de ce nouveau procédé peut être également considéré comme résolu, pour des températures ne dépassant pas 300°.

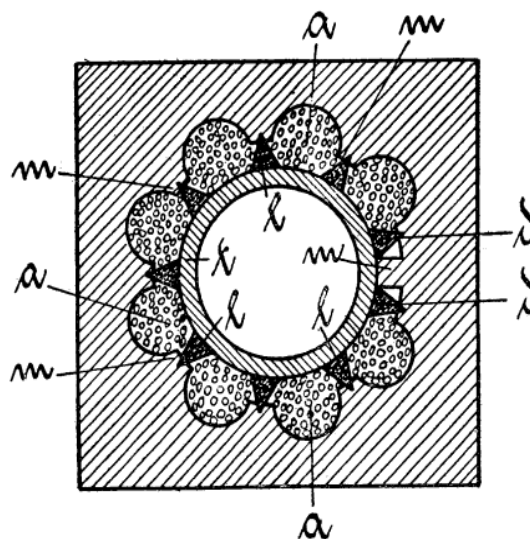


Fig. 43.

Dans le cas de températures élevées, la perte par rayonnement devient considérable. On combat cet inconvénient en renforçant la densité de courant dans le voisinage de l'objet à chauffer.

La figure 39 représente le chauffage d'un tube de porcelaine, ce dernier est entouré de place en place par des anneaux de charbons g qui conduisent mieux que la résistance pulvérulente. Si on amène le courant aux bornes δ , on obtient en réalité deux circuits ω_1 et ω_2 d'égale longueur et de même différence de potentiel; mais, la résistance intérieure de ω_1 étant plus faible que celle de ω_2 , il en résulte une plus grande intensité de courant, c'est-à-dire une plus haute température dans le voisinage du tube.

La figure 40 représente le chauffage d'un moufle. Le courant amené par

les blocs de charbon δ est maintenu dans le voisinage immédiat de la paroi supérieure du moufle par les pièces de charbon g .

La figure 41 indique une modification du four à tube de porcelaine, en ce sens que le tube est vertical, que le courant chemine de haut en bas. Le tube est légèrement conique de manière que les anneaux s , dont les diamètres sont inégaux, s'étagent régulièrement.

Dans un grand nombre de cas, il est nécessaire d'augmenter la concentration du courant le long de la paroi à chauffer en intercalant des cloisons isolantes dans le reste de la résistance. La figure 42 représente ce dispositif. Le courant circule de haut en bas le long du tube r . Le circuit est déterminé par les anneaux de charbon s et les cloisons isolantes h en forme d'entonnoirs.

Mentionnons enfin le four à creuset de la figure 43 dans lequel le courant fait le tour du creuset. La paroi du creuset t est entourée de la résistance divisée a ; l désigne les pièces de charbon destinées à renforcer le courant au voisinage du creuset; la cloison isolante m atteint les charbons; les deux charbons d servent de pôle.

Tous ces dispositifs permettent d'abaisser dans une proportion notable la perte par le rayonnement. Comme la paroi extérieure du four est à une température plus basse, elle se trouve ménagée et les matériaux réfractaires employés à la construction, peuvent être d'une qualité inférieure.

Dans certains fours, on a pu régler des températures de 1 600°-1 700° avec une précision de 10° à 15°. Dans le travail à ces hautes températures, la nature de la matière réfractaire employée et la nature du courant sont d'une grande importance. Tandis qu'aux températures allant jusqu'à 1 000°, les courants continus ou alternatifs et polyphasés, n'ont pas d'action sur la résistance divisée; il n'est pas certain qu'il en soit encore de même aux environs de 1 500°.

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

LE MUSÉE DE PRÉVENTION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL ET D'HYGIÈNE INDUSTRIELLE DE PARIS LA DURÉE DU TRAVAIL DANS LES MINES

Après Zurich, Vienne, Amsterdam, Munich et Charlottenbourg, Paris va posséder un Musée de Prévention des Accidents du Travail.

Sa création fut décidée par le décret du 24 décembre 1904, et son inauguration solennelle, en présence du Président de la République, aura vraisemblablement lieu au mois d'octobre prochain, tant les organisateurs ont fait diligence. On n'en sera point étonné quand on saura que la Commission d'études, nommée le 13 janvier 1903 par le Conseil d'administration du Conservatoire des Arts et Métiers sur l'initiative de son président, M. Millerand, compte des hommes comme M. Cheysson, MM. Dumont et Mamy, l'un président et l'autre directeur de l'*Association des Industriels de France pour la prévention des Accidents du travail et l'amélioration de l'hygiène industrielle*. On sait combien ils étaient attachés à cette idée, qu'ils avaient faite leur, et il n'est dès lors point étonnant que, du jour où les moyens leur étaient donnés de réaliser leur initiative, on ait pu considérer, malgré les difficultés qu'ils ne pouvaient point manquer de rencontrer, que l'organisation du Musée et son inauguration ne tarderaient guère.

Le développement du machinisme, la complexité de l'outillage, la plus grande rapidité générale de marche des appareils, dont quelques-uns atteignent à des vitesses considérables, ont depuis quelques années augmenté énormément les causes d'accidents du travail.

Simultanément dans la plupart des pays européens, cette question a fait l'objet des préoccupations générales, et l'on s'est rendu compte qu'il y avait lieu d'agir dans deux directions différentes.

Il semblait logique tout d'abord d'assurer aux victimes des risques professionnels réparation des accidents survenus au cours ou à l'occasion du travail, et dès longtemps les Législateurs de France, d'Angleterre, d'Allemagne, etc., élaborèrent des projets qui aboutirent après plusieurs années d'études aux lois contre les accidents du travail, dont la loi française de 1898.

Mais parallèlement à cette action de réparation du Législateur, d'autres efforts s'exercèrent dans le sens de la prévention. Dès 1883 en France s'était fondée l'*Association parisienne des industriels pour préserver des accidents du travail les ouvriers de toutes spécialités*, qui, en 1887, se transformait en *Association des industriels de France contre les accidents du travail*, et plus récemment encore, en 1904, étendant son champ

d'action déjà vaste, elle devenait : *Association des industriels de France pour la prévention des accidents du travail et l'amélioration de l'hygiène industrielle* (1).

Son but était de chercher à rendre le plus inoffensif possible l'emploi des machines d'industrie, soit au moyen de dispositifs protecteurs couvrant leurs parties les plus dangereuses pendant la marche : engrenages, etc., les parties tournantes en mouvement (bielles, volants, etc.), barrières entourant les moteurs et autres appareils, qui doivent toujours être fermés pendant la marche et ne peuvent être déplacés qu'au repos, soit encore en signalant aux chefs d'industrie et ouvriers certaines causes de dangers graves qui peuvent être aisément évitées par des mesures de précaution que l'on ne prenait guère jusque-là, soit par ignorance, soit par insouciance.

Son rôle fut quelque peu facilité par le décret de 1894 prescrivant certains dispositifs de sécurité aux chefs d'industrie, à la suite de la création de l'Inspection, du travail en 1892; mais on ne saurait, encore que malheureusement les inspecteurs de l'Association se heurtent trop souvent à des résistances injustifiables et à une routine peu compréhensible, trop louer les services considérables qu'elle a rendus aux ouvriers et à l'industrie française dans la voie de la prévention des accidents.

Cependant ses ambitions ne se bornaient pas à ces inspections et il lui parut qu'un plus beau rôle encore lui était réservé : il lui sembla qu'il lui appartenait de stimuler l'initiative des inventeurs et de les inciter à découvrir quelque moyen d'éviter des accidents des plus graves et des plus fréquents. C'est à ce résultat qu'elle chercha à atteindre par l'ouverture de concours avec prix, en mettant à l'étude des questions comme celle des monte-courroies, des appareils pour empêcher les accidents des éclatements de meules, des masques pour éviter l'absorption des poussières dans les industries insalubres, etc., etc., pour ne citer que quelques-uns des sujets qu'elle mit au concours en même temps qu'elle travaillait à perfectionner les dispositifs déjà en usage.

En même temps l'Association des Industriels de France poursuivait la réalisation d'un autre projet : créer une exposition permanente des appareils et dispositifs protecteurs, où les industriels pourraient se rendre compte, d'une part, que contrairement à l'idée que beaucoup d'entre eux avaient, la gêne résultant, pour la production, de l'observation des mesures légales était beaucoup moins considérable qu'ils ne se le figuraient, car la crainte de l'entrave et de la complication les a empêchés souvent d'adopter des appareils de préservation, et, d'autre part voir parmi les divers types exposés, donnant tous le maximum de sécurité possible, celui qui s'adaptait le mieux aux conditions de leur production. Cette exposition permanente aurait également pour conséquence, pensaient les directeurs de l'Association, de déterminer une émulation parmi les constructeurs, dont dériveraient certes de précieux perfectionnements.

C'est pourquoi, dès 1893, elle avait réuni dans ses bureaux différents types d'appareils protecteurs qui devaient constituer le noyau du futur Musée qu'elle voulait créer. Mais faute d'un emplacement suffisant elle ne put donner suite alors à cette idée pour l'exécution de laquelle il fallait des ressources qui lui faisaient défaut et elle fit remise de ses modèles au Conservatoire des Arts et Métiers.

L'idée d'ailleurs n'était pas neuve, puisque depuis 1883 Zurich possédait un tel musée, constitué avec les appareils protecteurs figurant à l'Exposition nationale de la

(1) Il existe également d'autres Associations analogues et très importantes dans le Nord et aussi parmi les propriétaires de chaudières à vapeur.

même année. Vienne avait suivi cet exemple en 1890 après l'exposition internationale de la prévention des accidents tenue à Berlin en 1889, et à Amsterdam depuis 1891 s'était fondé un musée qui pouvait passer, à juste titre, jusqu'à l'ouverture de celui de Charlottenbourg en 1903 pour un modèle : non seulement le visiteur pouvait voir les modèles, mais il pouvait se rendre compte de leur efficacité et de la gêne qu'ils apportaient, car ils étaient en fonctionnement.

Signalons encore les musées de Munich et de Charlottenbourg (1).

Bien que l'exécution du projet de l'Association des Industriels de France en 1893 eût dû être remis, celui-ci n'avait pas pour cela été abandonné. Il fut question en 1898 de développer au Conservatoire des Arts et Métiers l'embryon de musée qu'elle lui avait donné en 1893 et d'installer les machines en mouvement et leurs dispositifs protecteurs, mais diverses considérations firent ajourner la réalisation de cette idée.

Quand le Conseil d'administration du Conservatoire eut nommé sa Commission chargée d'élaborer un projet définitif, MM. Dumont et Mamy furent chargés par le ministre du Commerce, M. Trouillot, d'étudier l'organisation des musées des accidents de Charlottenbourg et de Munich.

Le Conservatoire offrait une de ses galeries comme local au futur musée, mais il était nécessaire de recueillir des fonds pour les travaux d'installations et pour les frais d'entretien. C'est à quoi s'employa l'Association des Industriels de France. Elle put réunir une somme de 41 000 francs environ, jugée indispensable pour l'installation dont 10 000 francs donnés par le Conseil municipal de Paris et le surplus par des sociétés techniques, des groupements syndicaux, des industriels et l'Association. Elle avait en outre obtenu, nous disait récemment M. Mamy, des engagements de souscriptions annuelles se montant à 4 700 francs environ, et s'était de plus inscrite elle-même pour une allocation de 4 000 francs par an. Elle avait encore pu décider des industriels très nombreux à lui fournir gratuitement des machines et des appareils, et des constructeurs à confier au futur Musée les dispositifs de protection.

Ultérieurement le Conseil municipal de Paris et le Conseil général de la Seine votèrent chacun une subvention annuelle de 2 000 francs.

Le décret du 24 septembre 1904 a confié l'administration au Conseil d'administration du Conservatoire, auquel est adjoint une commission consultative technique qui est appelée à donner son avis sur toutes les questions relatives au fonctionnement et à l'organisation du Musée. Elle devra établir chaque année un rapport sur le fonctionnement du Musée. Ce rapport sera soumis au Conseil d'administration.

L'organisation générale du Musée a été indiquée par une circulaire ; il constitue une exposition permanente et sans cesse renouvelée, présentant au public une collection aussi complète que possible d'appareils protecteurs et de dispositifs de sécurité et d'hygiène industrielle les plus pratiques et les plus perfectionnés.

Des dessins ou photographies permettront au public de se rendre compte de ceux des appareils que le Musée n'aurait pu se procurer. Les visiteurs pourront aisément vérifier l'efficacité et le fonctionnement des autres qui seront placés sur des machines en marche.

(1) On trouvera des détails sur les Musées étrangers de Prévention des accidents dans une communication de M. Mamy à la Société de Protection des apprentis (*Bulletin de la Société de Protection des apprentis*, t. XXXVI, p. 46-60) et dans le *Bulletin de l'Office du travail*, 12^e année, n° 6, pp. 519 et 520. Sur les concours de l'Association des industriels de France dans le *Bulletin de la Société de protection des apprentis*, t. XXXVI, p. 59-80.

Comme l'emplacement offert par le Conservatoire des Arts et Métiers est trop restreint pour le nombre de modèles dont dispose le Musée, un très grand nombre de constructeurs ayant répondu à son appel, on établira un roulement qui permettra de les faire défiler à tour de rôle devant les visiteurs.

Par ce moyen le Musée remplira doublement son rôle. Il aura tout d'abord la plupart, pour ne pas dire la totalité des appareils protecteurs qu'il y a grand intérêt à répandre dans l'industrie, et ceux des chefs d'entreprise désireux d'installer des dispositifs de sécurité dans leurs entreprises seront assurés d'y trouver celui qui leur conviendra. D'autre part ce roulement aura encore pour conséquence d'augmenter le nombre des visiteurs pour lesquels ces changements seront un puissant attrait, car il ne faut pas se dissimuler qu'il y a beaucoup de chances que le grand public, qui cherche un amusement et non une source d'instruction dans une exposition ou un musée n'y viendra guère que par curiosité une fois. Il s'adresse en fait à tous ceux, patrons, ingénieurs, chefs d'ateliers, ouvriers, qui ont un intérêt dans l'industrie et pour ceux-là les modifications que subira son aspect, du fait de ce roulement des appareils, constitueront autant d'occasions de visites pour leur plus grand profit.

Le Musée de Prévention des accidents doit à notre avis jouer un grand rôle éducatif, en faisant ressortir, par la simple vue des appareils exposés, les nombreux dangers auxquels sont soumis les ouvriers au cours de leur travail et que l'accoutumance du danger ne leur permet même pas de supposer. Combien y a-t-il encore aujourd'hui non seulement d'ouvriers, mais de chefs d'ateliers, d'industriels même qui, ayant eu l'habitude de toujours exécuter ou voir exécuter, sans qu'aucune des précautions nécessaires soit prise, telle opération dangereuse comme, par exemple, le graissage en marche des parties tournantes de machines, ou le nettoyage à l'arrêt de machines dont la commande est faite à distance, et qui n'ayant pas un débrayage assuré, indépendant, permettant de les isoler complètement du reste de l'usine pendant cette opération, peuvent être remises en marche d'une façon intempestive, de telle sorte que l'ouvrier y occupé n'aurait pas le temps matériel de se dégager (1), finissent, jusqu'au jour où survient un accident, par ne plus se rendre compte du danger auquel ils échappent sans cesse. L'attention de tous ne pourra manquer d'être attirée par la vue d'appareils protecteurs peints en couleurs vives, placés sur des machines qu'ils connaissent pour les manier chaque jour, et ils se rendront compte de la nécessité qu'il y a à les introduire.

Peu de patrons, à l'heure actuelle, il est vrai, se refusent à installer les dispositifs protecteurs, mais par contre il faut bien reconnaître que, dans un grand nombre de cas, ils ne veillent pas à ce qu'il en soit fait usage : les uns parce qu'ils estiment avoir fait ce qui dépendait d'eux pour assurer la sécurité de leur personnel, du jour où ils ont fait placer ces appareils, les autres parce qu'ils ne peuvent obtenir de l'insouciance de leurs ouvriers, que ces appareils gênent dans le travail, qu'ils ne les rendent pas pratiquement inefficaces, en les empêchant de remplir leurs rôles. Il faut souhaiter que l'éducation syndicale fasse disparaître cette cause de danger, car se fiant précisément sur l'existence de ces dispositifs de sécurité, les règlements de ces usines ne mentionnent plus les précautions qu'il y aurait lieu de prendre pour l'usage de machines qui n'en sont pas pourvues.

Le meilleur moyen théorique pour prévenir ce genre d'accidents du travail serait

(1) Ce sont là des cas trop fréquents que nous avons relevés personnellement à diverses reprises.

que les constructeurs fussent obligés de munir de dispositifs de sécurité tous les appareils sortant de leurs usines, sous peine de sanctions sévères; mais à cela des industriels et des techniciens compétents présentent une objection: ils affirment que l'appareil de protection convenant à un genre d'industrie, serait fort gênant dans un autre et qu'à chacun il faut un type spécial.

L'objection ne nous paraît pas dirimante, et il nous semble qu'il suffirait lors de la commande de la machine d'indiquer l'usage auquel elle est destinée, son mode de commande, etc., tous renseignements que l'on fournit généralement, pour qu'il fût possible au constructeur d'établir le dispositif approprié.

En tous cas, et ce sera là l'une des principales utilités du nouveau Musée, on trouvera dorénavant au Conservatoire des Arts et Métiers tous les types d'appareils protecteurs que l'on pourra imaginer, ce qui constituera un progrès très marqué sur l'état de choses actuel, et permettra d'entrer dans une certaine mesure dans la voie que nous venons d'indiquer, ce que l'on ne saurait trop souhaiter.

Mais en attendant que ce résultat ait été atteint, qu'il nous soit permis de formuler un vœu.

Jusqu'ici beaucoup des appareils construits et placés en vue de la prévention des accidents ont été inefficaces, non qu'ils ne répondissent pas au but poursuivi, mais par suite de non-emploi, c'est-à-dire parce qu'on les dérangeait de la position qu'ils auraient dû occuper pendant la marche de la machine: il est à craindre que l'éducation soit longue à faire pour que cet état de choses vienne à disparaître. Et cependant — c'est sur ce point que nous voulons appeler l'attention, — il est fort simple d'y mettre un terme sans que l'on puisse formuler l'objection que nous indiquons. Il suffirait que le constructeur chargé de la pose de l'appareil protecteur, le disposât de telle sorte que la machine ne pût fonctionner lorsqu'il n'est point dans la position de sécurité.

Ce n'est point une innovation que nous suggérons là, mais simplement la généralisation d'un procédé déjà appliqué, et nous voudrions que le législateur ou une modification du décret de 1894 le rendissent obligatoire.

L'Association des Industries de France et le Musée de Prévention des Accidents peuvent beaucoup également dans ce sens, en donnant la préférence d'emplacement à ces types de dispositifs et en attirant l'attention du public sur les avantages qu'ils présentent par quelque pancarte explicite et aussi par la démonstration des qualités de ces appareils par la marche des machines.

C'est d'ailleurs ce à quoi il semble que se soit résolue la Commission d'organisation. Voici en effet les principales conditions d'admission et d'installation des objets exposés que nous reproduisons d'après le texte de la circulaire publiée par le *Bulletin de l'Office du Travail*.

Les objets exposés sont reçus *non pas à titre de don mais à titre de prêt*; leurs propriétaires auront en tout temps le droit de les reprendre après préavis d'un mois, et de son côté l'administration aura également le droit, moyennant même préavis, de les leur rendre lorsque la nécessité de renouveler les collections le lui fera paraître nécessaire.

L'administration en même temps que l'emplacement *fournira la force motrice nécessaire*. Les montages, l'installation et l'enlèvement, les essais de fonctionnement, etc., seront faits par les exposants, sauf exceptions, l'administration se chargeant à leur demande du montage des machines n'offrant aucune difficulté particulière.

Les exposants présenteront au public, *de manière très apparente, les parties intéres-*

santes des appareils au point de vue préventif : les dispositifs de sécurité proprement dits seront peints en rouge, ceux relatifs à l'hygiène en bleu. Ils doivent être accompagnés de tableaux et légendes pour bien faire comprendre leur caractère préventif.

Le catalogue du Musée sera formé des notices explicatives, accompagnées de figures si cela est nécessaire, que devront fournir les exposants. Ceux-ci peuvent être autorisés à distribuer aux visiteurs des prospectus relatifs à leurs appareils.

LA DURÉE DU TRAVAIL DANS LES MINES (1)

La loi relative à la durée du travail dans les mines entre en vigueur.

Voté par la Chambre en 1902, le projet de loi ne fut voté par le Sénat que deux ans plus tard. La haute assemblée, tout en adoptant le principe de la journée de huit heures pour les mines qui était le fondement du texte proposé, avait apporté certaines modifications restrictives. L'accord s'est récemment établi entre les deux Chambres, et comme on vient de le voir, la loi a été promulguée récemment.

On ne peut prétendre qu'elle ait été hâtivement élaborée, car la discussion à la Chambre des députés, qui avait été très approfondie en soi, fut complétée par une longue et minutieuse enquête que fit en 1902 et 1903 la Commission parlementaire des mines, composée de trente-trois membres, présidée par M. Dron, et dont la Chambre des députés avait décidé la nomination dans sa séance du 7 novembre 1903. Cette enquête comporte cinq gros volumes extrêmement documentés auxquels il a été loisible de se reporter avant le vote final de la loi.

D'autre part l'*Association nationale française pour la Protection légale des travailleurs* avait mis la question de la réglementation du travail dans les mines à l'ordre du jour de sa séance du 27 février 1904. M. l'abbé Lemire, député du Nord, s'était chargé de présenter un rapport très étudié sur la question. Nous aurons occasion de nous y référer, car M. l'abbé Lemire qui avait pris une part active à l'élaboration et à la discussion du projet voté par la Chambre des députés en 1902 tint à mettre en évidence les thèses soutenues par les partisans et les adversaires de la mesure proposée. La discussion de l'*Association pour la Protection légale des travailleurs* fut fort intéressante : en dehors de M. l'abbé Lemire, M. Cotte, de la Fédération des mineurs, MM. Jay et Bourguin, professeurs à la Faculté de l'Université de Paris, entre autres, présentèrent des observations fort importantes.

La nouvelle loi est en huit articles : les deux premiers sont relatifs à la définition des ouvriers appelés à bénéficier de la journée légale de huit heures, à la manière dont est comptée la journée de travail, en tenant compte des repos et à la mise en vigueur de la loi.

Les deux articles suivants règlent la question si importante des dérogations et les quatre derniers sont consacrés aux infractions et aux sanctions.

La première question qui se posait était de savoir : 1° A quelle nature de mines ; 2° A quels genres de travaux, et 3° A quels ouvriers la réglementation serait-elle applicable ?

L'auteur de la proposition initiale, M. Basly, proposait les mines de houille et la commission de la Chambre se rangea à son avis, en y comprenant toutefois les mines

(1) Le texte de la loi a paru dans le *Petit Temps* du 20 juin 1903.

d'anthracite et de lignite, rentrant dans la dénomination générale de *Mines de combustibles*. Et cependant, comme le faisait observer M. l'abbé Lemire dans son rapport à l'Association, il eût été beaucoup plus logique de légiférer pour toutes les mines sans distinction. Cela eût facilité une entente internationale sur cette question dans l'esprit indiqué par la conférence de Berlin en 1890. On se fût trouvé avoir une formule générale et précise, formule adoptée par toutes les législations, y compris la loi française de 1810 sur les mines et l'on n'eût point fait une loi d'exception en quelque sorte, qui n'aurait pu se justifier que si le travail des mines de combustibles était plus particulièrement pénible et malsain que celui des autres mines, démonstration qui n'a point été tentée à la Chambre. Il est donc regrettable que le Parlement n'ait point posé un principe général, d'application générale, concernant l'ensemble des travailleurs d'une profession, au lieu de se limiter à une catégorie, la plus importante il est vrai.

M. Basly demandait que tous les travaux ayant pour but la manipulation du charbon fussent compris dans la loi, qu'ils fussent de surface ou souterrains. La Chambre des députés et le Sénat n'ont point voulu le suivre sur ce terrain et la loi nouvelle ne s'applique qu'aux seuls travaux du fond dans lesquels les ouvriers mineurs sont souvent, de par la nature des couches, condamnés à des positions fort pénibles, couchés ou courbés, dans lesquels ils sont privés de lumière, dans des conditions d'aération qui, si bonnes qu'elles soient, sont certainement inférieures au point de vue de l'hygiène à celles des autres travailleurs de surface ou d'industrie, et enfin dans lesquels ils courent le risque d'explosions de grisou.

La loi est-elle applicable à tous les ouvriers du fond sans distinction? il est permis de se le demander quand on lit le texte qui vient d'être promulgué. En effet, il dit : « Six mois après la promulgation de la présente loi, la journée des ouvriers employés à l'abatage dans les travaux souterrains des mines de combustibles ne pourra... » Est-ce là une restriction au texte voté par la Chambre qui comprenait tous les ouvriers travaillant au fond? Ou faut-il comprendre que le Parlement a entendu les comprendre tous sous la dénomination d'ouvriers employés à l'abatage prise dans son sens le plus général? Il semble qu'il doive en être ainsi (1) car du moment que le texte indique de façon précise ainsi les bénéficiaires de la loi, il eût précisé davantage s'il eût voulu être restrictif et eût spécifié que la journée de huit heures n'était accordée qu'aux piqueurs. C'est bien eux en effet qui travaillent dans les conditions les plus pénibles, mais il faut reconnaître que celles des autres catégories d'ouvriers souterrains ne sont pas de beaucoup préférables. Si, comme nous venons de le voir, beaucoup de raisons sérieuses militent en faveur de cette interprétation, on ne peut pas être affirmatif, car par contre il semble que le terme « abatage » doit faire exclure les ouvriers occupés au boisage lorsque cette opération n'est point exécutée par le piqueur et ceux qui font le remblayage et qui travaillent généralement en un poste séparé.

C'est là une première question des plus importantes et il est regrettable, à moins qu'un règlement d'administration publique n'en vienne préciser le sens, que le texte législatif présente une telle obscurité sur ce point capital pour l'application.

Comment calculer la journée de huit heures? Trois systèmes pouvaient être adoptés. *Du jour au jour*, c'est-à-dire l'intervalle de temps compris entre la descente et la remontée du premier ouvrier; mais outre qu'il pouvait ne pas être le même, l'on

(1) Le Ministre des Travaux publics a d'ailleurs dit à la Commission de la Chambre qu'il en était ainsi dans l'esprit du Gouvernement.

voit de suite que l'on aurait obtenu ainsi une journée de travail forcément très inférieure au maximum légal, car la distance de la base du puits aux chantiers d'abatage est souvent fort longue et l'on arriverait à un système bizarre par lequel des ouvriers dont les chantiers sont au voisinage du puits travailleraient bien huit heures ou peu s'en faut, mais ceux qui en sont éloignés ne fourniraient guère que six ou sept heures de travail effectif et la réduction de la production des mines françaises risquerait d'être trop considérable.

Un second système se présentait : celui du *pic au pic* dans lequel le temps est compté depuis le moment où le mineur prend son pic en main, jusqu'à celui où il le laisse. La durée du travail effectif est bien ainsi de huit heures, mais étant donné le temps nécessaire pour aller du puits au chantier et *vice versa*, la journée souterraine dépasserait huit heures et la loi aggraverait au lieu de l'améliorer la condition d'un grand nombre de mineurs qui actuellement ne font pas huit heures de travail effectif.

Le Parlement s'est arrêté à un système transactionnel intermédiaire entre les deux précédents, le système du *trait* ; c'est un système conventionnel compris entre le commencement de l'extraction et la fin. Bien qu'à première vue ce système puisse sembler se confondre avec le précédent il en est essentiellement différent car le *trait* ne commence pas au premier coup de pioche donné par un homme, mais est censé commencer à l'arrivée au fond de la dernière berline et prend fin à la remontée au jour de la première. C'est ce que dit la loi : « la journée... ne pourra excéder une durée de... calculée depuis l'entrée dans le puits des derniers ouvriers descendants jusqu'à l'arrivée au jour des premiers ouvriers remontants ; pour les mines où l'entrée a lieu par galerie la durée sera calculée depuis l'arrivée au fond de la galerie d'accès jusqu'à l'arrivée au même point. »

La durée de la journée de travail est calculée le travail étant supposé continu, or cela n'est point ainsi en réalité et l'on sait que la modalité suivant laquelle les mineurs accomplissent leur journée varie considérablement avec les régions, ils la coupent de deux repos au moins. Dans le Nord et le Pas-de-Calais ils sont relativement courts, dans le Midi beaucoup plus longs. Il est logique et équitable d'ajouter ces grands repos ainsi que le temps des repas à la durée de la journée de travail.

La Chambre des députés, ne voulant pas que l'on pût tenir compte des repos de quelques minutes pris par des ouvriers isolés ou une équipe, avait voté un article 2 ainsi conçu : « En cas de repos réglementaire pris dans la mine et entraînant l'arrêt de la machine d'extraction ou pris au jour, la durée du travail sera augmentée de ce repos », malgré les objections des députés de la Loire et du Gard qui affirmaient que malgré des repos assez longs la machine d'extraction pouvait ne pas être arrêtée, sa puissance étant employée à d'autres travaux.

Le Sénat s'est rallié à ces objections et la Chambre désireuse d'aboutir a cédé sur ce point, et l'article 2 de la loi stipule : « En cas de repos prévus par le règlement de la mine et pris soit au fond, soit au jour, la durée stipulée à l'article précédent sera augmentée de la durée de ces repos. »

C'est une modification qui peut avoir une grosse importance, car un grand nombre de mines qui se montraient très tolérantes à ce point de vue sous le régime antérieur prévoient à leurs règlements les petits comme les grands repos, ce qu'elles n'auraient pu faire avec l'article 2 voté par la Chambre, et de ce fait la situation des mineurs ne sera pas autant améliorée qu'on pouvait le souhaiter ou le craindre suivant les avis sur

l'opportunité de la loi, et pourra même dans certains cas n'avoir subi aucun changement par rapport à la situation actuelle.

Préoccupé cependant que la condition des ouvriers dans leur ensemble ne fût pas troublée par cette loi votée en leur faveur, le Parlement a stipulé qu'« il n'est porté aucune atteinte aux conventions ou aux usages équivalents à des conventions qui, dans certaines exploitations, ont fixé la journée normale à une durée normale inférieure à celle fixée par les paragraphes précédents (art. 1^{er}, § 3) ».

Enfin pour l'application, le législateur a adopté le même régime de transition que pour la loi de 1900 sur la durée du travail. Afin de ne pas désorganiser l'industrie nationale et de permettre aux exploitants de s'outiller et de procéder aux travaux d'aménagement nécessaires, il est stipulé que six mois après la promulgation de la loi, la durée de la journée de travail ne pourra excéder neuf heures. Au bout de deux ans après la période précitée la journée sera réduite à huit heures et demie et, après une nouvelle période de deux années, à huit heures.

Aux raisons que faisaient valoir en faveur de la loi les partisans de la journée de huit heures, conditions spéciales du travail souterrain, précédents ou régime de faveur pour les mineurs : loi de 1810 sur la sécurité, loi de 1894 sur les caisses de secours et les retraites, loi de 1890 sur les délégués mineurs, loi de 1892, article 9, relative à l'interdiction du travail souterrain pour les femmes et les enfants, législations étrangères, (de l'Autriche notamment), les adversaires objectaient que cette législation spéciale était inutile, nuisible et impraticable. Nous ne pouvons pas songer ici à reproduire les discussions passionnées qui eurent lieu, les arguments sont d'ailleurs généralement bien connus ; mais il nous semble cependant nécessaire d'insister un peu sur le premier, car, ainsi que le disait M. l'abbé Lemire, la statistique dressée par le Comité des houillères de France et apportée à la tribune de la Chambre en 1902 par M. Guillaïn fit une très grande impression sur bon nombre de députés. En effet, elle est extrêmement frappante et paraissait montrer que l'utilité de la mesure alors en discussion était des plus contestables.

En effet il résultait de ce document que (1) :

a) La constitution physique n'est pas plus faible chez les mineurs que dans les autres professions. Preuve : nombre de réformés au service militaire ; il n'est pas plus grand.

b) La vitalité y est aussi forte. Preuve : nombre des vieillards.

c) La mortalité n'est pas plus grande. Preuve. Nombre des décès.

d) L'hygiène n'est pas plus mauvaise.

A l'appui de ces affirmations le Comité des houillères produisait une statistique dont il ressortait que dans l'agriculture la proportion des hommes de 55 à 64 ans est de 4,43 p. 100, celle des hommes de 45 à 54 ans, 6,24 p. 100 et dans les mines la proportion des hommes de 55 à 64 ans est de 6,11 p. 100, celle des hommes de 45 à 54 ans, 13,64 p. 100.

La cause pouvait paraître entendue, mais cependant on élevait des objections en se basant sur des constatations officielles. Dans l'un des derniers rapports de M. Kuss, ingénieur des mines à Douai, il est dit qu'il est malaisé d'affirmer que les règles légales sur la durée du travail effectif des enfants ont été observées dans certains cas, car « il

(1) *La Protection légale des travailleurs. — Discussions de la Section nationale française*, Paris, 1904, Alcan, in-8°, 373 pp. *De la réglementation du travail dans les mines*, p. 219, p. 231 et s.

est extrêmement difficile d'évaluer avec une exactitude rigoureuse la durée du repos dont bénéficient les enfants chargés d'un travail intermittent, tels que les hercheurs, etc. », ce qui ne semble point indiquer que l'hygiène soit des plus satisfaisantes. D'autre part, le nombre des réformés a bien diminué depuis quelques années, mais ce n'est que grâce à l'intervention du législateur relativement à l'hygiène et ceci va à l'encontre de la thèse des exploitants. Et enfin, si les affirmations que nous avons reproduites étaient d'une scrupuleuse exactitude, non point dans la lettre seulement, mais dans l'esprit, si elles ne laissaient point dans l'ombre quelque facteur important, comment pourrait-on expliquer que les compagnies se refusent systématiquement à embaucher des hommes à partir de 40 ans sinon, parce qu'elles les considèrent comme usés ?

Ces raisons, d'autres encore, conduisent des hommes comme M. Jay à examiner de près ces statistiques si remarquables et à rechercher comment elles avaient été dressées et par conséquent si leurs éléments étaient comparables.

Pour qu'ils l'eussent été, il eût été nécessaire que les statistiques aient dit « combien sur 100 hommes de chaque métier ayant commencé à travailler ensemble à l'âge normal il en reste de capables de travailler à l'âge de 55 à 64 ans (1) ».

Or ce n'est point ainsi que l'on a fait, et pour cause.

On demande : Combien sur 100 mineurs ont de 55 à 64 ans et de 45 à 54 ans ? Combien sur 100 agriculteurs y en a-t-il de mêmes âges.

On voit de suite le point faible de cette manière de raisonner. Il est bien évident que si par exemple dans une profession l'âge normal d'embauchage est de moins de 18 ans et que dans une autre il est de plus de 24 ans, la proportion des ouvriers âgés sera plus basse dans la première que dans la seconde, sans que pour cela on ait le droit de conclure que les conditions d'hygiène et de salubrité soient plus favorables dans la seconde que dans la première.

Or c'est précisément ainsi qu'ont été dressées les statistiques dont fait état le Comité des houillères de France et qui ont produit une si grande impression sur la Chambre des députés.

Voici en effet comment les choses se présentent quand on veut opposer les uns aux autres des éléments comparables.

Dans l'agriculture on voit que les ouvriers ayant moins de 18 ans représentent les 24,61 p. 100 du total ; ceux ayant moins de 18 à 24 ans, 27,93 p. 100.

Donc il ne reste que 47,46 p. 100 du total à répartir entre les autres catégories.

Dans les mines, au contraire, les ouvriers de moins de 18 ans constituent 9,67 p. 100 du total ; ceux ayant moins de 18 à 24 ans, 18,32 ; et par conséquent il y a 72,01 p. 100 des ouvriers âgés de plus de 24 ans à répartir entre les autres catégories.

Or ceci change complètement les résultats ; un calcul de proportionnalité fort simple montre que les éléments étant comparables, les proportions des ouvriers des mines et agricoles âgés de 55 à 64 ans seraient respectivement par 100 ouvriers de plus de 24 ans, 8,48 p. 100 pour les mines, et 9,45 pour l'agriculture.

Mais cependant on ne peut formuler de conclusion ferme au point de vue de la salubrité comparée des mines et de l'agriculture, ces statistiques prouvent, ce que l'on savait déjà, dit M. Jay, « que l'on travaille plus jeune dans les champs que dans la mine, peut-être aussi, ce que l'on savait également, qu'arrivés à l'âge adulte un certain nombre d'hommes abandonnent l'agriculture (2) ».

(1) *Ibid.*, p. 232.

(2) *Ibid.*, p. 283.

Cela est d'ailleurs tellement vrai que si, au lieu de prendre pour terme de comparaison l'agriculture, on prend l'industrie en général dont les conditions se rapprochent davantage de celles des mines, on trouve des résultats qui, pour les ouvriers de 55 à 64 ans, deviennent défavorables pour celles-ci. Et c'est ce que le Comité des houillères s'était bien gardé de montrer.

Les ouvriers de 55 à 64 ans (et c'est la catégorie la plus intéressante pour la thèse soutenue par les exploitants) constituent en effet disait encore M. Jay (1) :

Dans les mines, 6,11 p. 100 du total.

Dans l'agriculture, 4,43.

Dans l'industrie en général, 7,04.

Comme on le voit, le premier argument des exploitants qui paraissait irréfutable se désagrège quand on vient à l'examiner un peu de près : il nous a paru intéressant de le faire remarquer, car on ne se met pas assez généralement en garde contre les affirmations basées sur des statistiques. Si bien dressées qu'elles soient, on oublie trop facilement que les conclusions qu'on en peut tirer n'ont de valeur que pour autant que les éléments sont comparables entre eux et que toutes choses sont égales d'ailleurs, conditions qui n'étaient pas remplies tant s'en faut.

Les articles 3 et 4 de la loi sur la durée du travail dans les mines sont consacrés aux dérogations.

Pour qu'une loi ouvrière soit applicable, il ne faut pas qu'elle mette en danger l'existence d'industries nationales, car, pour employer une expression populaire, le remède serait pire que le mal, et pour améliorer les conditions économiques des travailleurs, il ne faut pas risquer de les priver de leur gagne-pain.

C'est pourquoi le Parlement a cru nécessaire de prévoir des dérogations, les unes permanentes et les autres temporaires.

Les premières (art. 3), très générales, s'appliquent au cas où l'observation des prescriptions édictées serait « de nature à compromettre, pour des motifs techniques ou économiques, le maintien de l'exploitation ». Elles seront autorisées et déterminées par le ministre des Travaux publics, après avis du Conseil général des Mines et pourront être retirées dans la même forme.

La Chambre avait prévu qu'elles pourraient être également accordées pour certaines catégories d'ouvriers, mais la loi est muette sur ce point.

Les secondes (art. 4), dont la durée ne pourra excéder deux mois mais qui sont renouvelables, seront accordées par l'ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique, soit en cas d'accidents, soit pour des motifs de sécurité, soit pour des nécessités professionnelles, soit enfin lorsqu'il y a accord entre l'exploitant et son personnel pour la survivance d'usages locaux.

Pour les deux premières catégories l'ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique ne pourra prendre de décision qu'après avoir entendu les délégués à la sécurité des ouvriers mineurs.

« L'exploitant pourra, sous sa responsabilité, en cas de danger imminent, prolonger la journée de travail en attendant l'autorisation qu'il sera tenu de demander immédiatement à l'ingénieur en chef. »

C'est là une dérogation dont la nécessité est tellement évidente qu'il n'y a pas lieu d'insister; rappelons seulement qu'elle existe dans toutes les lois relatives à la durée du travail.

(1) *Ibid.*, p. 227 et 228.

Les *infractions* à cette loi seront constatées par procès-verbaux des ingénieurs et contrôleurs des mines qui feront foi jusqu'à preuve du contraire. Ils seront rédigés en triple expédition dont l'une envoyée au préfet, la deuxième remise au parquet, la troisième au contrevenant (art. 5).

Les pénalités sont les mêmes que celles de la loi de 1892 sur le travail des femmes et des enfants (art. 6 et 7). Elles seront de 5 francs à 15 francs pour la première infraction, la loi spécifiant qu'il y aura autant d'amendes que de personnes employées contrairement aux dispositions générales, sans que toutefois leur total puisse excéder 500 francs. En cas de récidive — et il n'y a récidive que si *dans les 12 mois* antérieurs les contrevenants ont subi une condamnation pour une infraction identique — l'amende qui s'applique dans les mêmes conditions que pour les infractions simples — sera de 16 à 100 francs sans que le total puisse être supérieur à deux mille francs.

Les contraventions seront du ressort des tribunaux de simple police dans le premier cas, des tribunaux correctionnels dans le second.

Les exploitants, directeurs et gérants ou préposés sont responsables des infractions, mais les chefs d'industrie (art. 6) seront civilement responsables des condamnations prononcées contre leurs directeurs, gérants ou préposés.

Le dernier article de la loi stipule que l'art. 463 C. P. sera applicable aux condamnations prononcées en vertu de cette loi.

Notons qu'aucun moyen de contrôle n'est prévu pour assurer l'exécution de la loi, ce que l'on doit très sincèrement déplorer, ainsi d'ailleurs que la modération des sanctions véritablement bénignes, surtout en cas de récidive, étant donné le régime des dérogations, car du moment que le Parlement croit nécessaire de prendre certaines mesures, il va de soi qu'il considère que leur exécution doit être assurée, faute de quoi la loi restera lettre morte et mieux vaudrait laisser les choses en l'état que voter un texte les modifiant, mais que l'on sait devoir être constamment transgressé par ceux qui ont protesté sans cesse non seulement contre son opportunité, mais surtout contre sa nécessité et qui sont venus affirmer hautement que son adoption porterait un grave préjudice à l'industrie qu'ils représentent.

M. l'abbé Lemire, dans son rapport à l'Association pour la protection légale des travailleurs, concluait en disant que la loi était *utile, inoffensive et praticable* :

Utile pour les ouvriers dont elle améliore le sort, cela n'est point douteux;

Inoffensive pour la production, à la condition de donner aux directeurs la possibilité, par les délais qui leur sont accordés, de réaliser les perfectionnements de toutes sortes, aménagement, perfectionnements dans la qualité du travail, dans les transports, dans l'exploitation et le personnel, dans l'augmentation du nombre des puits, des chantiers, dans l'amélioration des machines, toutes choses pour lesquelles du temps et de l'argent qui sera rémunéré sont nécessaires;

Praticable enfin par l'élasticité qu'a la loi, parce que la durée du repos s'ajoute à celle du travail qui ne se confond point ainsi avec la durée du poste, ce n'est point un étai inflexible. En outre, les dérogations tiennent compte des difficultés momentanées que rencontrera l'application de la loi, qui devient une formule nécessaire idéale, empêchant les abus et se prêtant aux accommodements nécessaires, disait encore M. l'abbé Lemire.

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Action des agents de dégraissage sur la force des fibres de la laine, par M. J. Merritt Matthews. — Relations entre les propriétés physiques et la structure chimique. — Influence de la lumière sur les réactions des corps diazoïques. — Comparaison de l'efficacité, contre le mildiou, des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques, par MM. E. Chuard et F. Porchet. — Influence paralysante de l'arsenic dans la production de la rouille, par M. L. Lindet. — Brevets demandés en France pour les Industries chimiques en 1904.

ACTION DES AGENTS DE DÉGRAISSAGE SUR LA FORCE DES FIBRES DE LA LAINE

M. J. Merritt Matthews, professeur à la Textile School de Philadelphia, a donné à la New-York section de la Society of Chemical Industry le résultat de ses recherches sur l'objet susdit. L'effet que les divers agents usités pour le dégraissage de la laine exerce sur la force de cette fibre, et sur ses qualités, a déjà suscité des recherches assez nombreuses. Celles de M. Merritt Matthews méritent de leur être jointes, avec honneur, parce qu'elles se distinguent par l'esprit de méthode avec lequel elles ont été conduites et par les idées nouvelles auxquelles elles amènent.

Les actions déterminées ont été successivement celles de l'eau chaude, d'un savon de soude à l'huile d'olive neutre et sans résine, du carbonate de soude, de la soude caustique, de l'ammoniaque, du borax.

Voici les conclusions résumées de M. M. Matthews. Les essais ont porté sur de la laine filée. Le traitement par l'eau à 60° fait perdre 2,2 p. 100 du poids, diminue la résistance, mais n'affecte en rien l'élasticité. Par l'eau bouillante, la perte de poids atteint 3,4 p. 100; la résistance est diminuée également.

Avec le savon, la résistance diminue de plus en plus, à mesure que la température passe de 20° au bouillon, mais l'élasticité reste inaltérée jusqu'à 60°, et ne subit qu'un faible changement même à 100°. Le dégraissage complet ne peut être obtenu qu'au-dessus de 60°; mais il est inutile de monter plus haut, car la quantité de matière enlevée reste pratiquement la même. Il est même nuisible de monter plus haut, parce que la résistance et l'élasticité diminuent très vite au-dessus de 60°. Par le savon, toute trace du fer contenu dans la fibre est éliminée; c'est le seul agent de dégraissage qui produise ce résultat, car les carbonates et les oxydes alcalins fixent au contraire le fer à l'état insoluble.

Dans tous les essais faits avec le carbonate de soude en faisant varier la température de 60° à 100°, et la proportion de sel de 1 à 15 grammes par litre pour 5 grammes de laine, le dégraissage a été imparfait. La fibre a perdu son éclat, particulièrement lorsque la température ou la concentration du bain s'élevait. Sa résistance croît avec la concentration du bain, mais cet accroissement est corrélatif d'une production de feutrage.

L'action destructive que la soude caustique exerce sur la laine est bien connue, et

cependant presque tous les savons dont on se sert pour le dégraissage renferment plus ou moins de soude caustique. Cette action s'exerce, à 60°, dès la concentration de 0,1 gramme de soude par litre; le dégraissage n'est effectué que partiellement, et le toucher est altéré. A 0,5 gramme, la fibre perd toute application en filature.

L'ammoniaque n'a pas donné les résultats heureux que l'on trouve exposés dans certains traités. Le dégraissage n'est complet qu'avec une concentration de 10 grammes par litre. L'émulsion des corps gras ne semble pas se faire aussi bien qu'avec le savon. La résistance n'est affectée qu'à une température élevée. Le fer est fixé.

Le borax serait un très mauvais agent, car même à 10 grammes par litre, le dégraissage est très incomplet. Le borax n'affecte ni la résistance, ni l'élasticité.

Mes essais m'ont conduit à conclure, dit M. Matthews, que le dégraissage des fils de laine ordinaires se fait au mieux en usant de solutions de savon. Je sais que la coutume est d'ajouter des carbonates alcalins, et même, pour certains filés, un excès d'alcali. Ceci me semble mauvais en pratique, puisque j'ai trouvé que les solutions de savon, sans aucun alcali, donnent de meilleurs résultats. Elles semblent amener une émulsion entière, et conséquemment l'élimination complète des graisses, des saletés et du fer, à des températures et des concentrations bien inférieures à celles que demande l'emploi de la soude du commerce ou des sels d'ammoniaque. Le savon semble être le seul agent, de tous ceux usités actuellement, qui assure l'élimination du fer, et c'est là un point important, bien qu'on le néglige souvent.

On dit souvent qu'il faut qu'un dégraissage convenable assure l'émulsion de toute l'huile employée à l'ensimage. Si cette idée était juste, le carbonate de soude se serait montré plus efficace que le savon; or nous trouvons le contraire. La théorie du dégraissage serait donc erronée. Puisque les solutions alcalines dont on se sert dans le dégraissage sont relativement des solutions étendues, et s'emploient à des températures peu élevées, on peut en déduire qu'il n'y aurait qu'une saponification très restreinte de l'huile d'ensimage, et même nulle lorsqu'on se sert de savon.

On dit souvent que les huiles d'ensimage doivent être exemptes de toute matière non saponifiable, telle l'huile minérale. M. Matthews regarde cette idée comme fausse. La graisse de laine, qui est la graisse naturelle de la fibre, consiste pour la plus grande partie en matière non saponifiable, et cependant cette graisse s'élimine très bien dans le dégraissage au savon. Le dégraissage dépend, non de la saponification des graisses, mais de leur facilité à s'émulsionner avec l'eau.

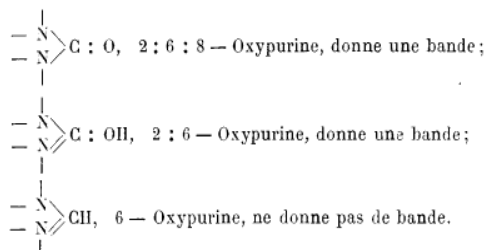
M. Matthews propose, en conséquence, de déterminer la valeur d'une huile d'ensimage, par un nouveau facteur qu'il nomme le pouvoir émulsif, *emulsification equivalent*. Il le détermine par un dégraissage à 60° sur laine ensimée, dans une solution à 5 grammes de savon par litre, pendant 20 minutes, comparativement avec un autre échantillon dans de l'eau pure. Une huile qui s'émulsionne aisément dans ces conditions peut être regardée comme une bonne huile d'ensimage, qu'elle renferme ou non des matières non saponifiables.

RELATIONS ENTRE LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET LA STRUCTURE CHIMIQUE

M. W. N. Hartley a présenté à la Chemical Society de Londres la continuation des travaux remarquables qu'il poursuit depuis longtemps sur les relations qui existent entre certaines propriétés physiques et la structure chimique ainsi que la couleur de certains composés.

Ses dernières recherches ont porté sur l'acide urique, la murexide, cette matière colorante artificielle dont l'emploi précéda celui des couleurs dérivées du goudron, et les uréides. Il a examiné leurs spectres d'absorption, et il est arrivé à ce résultat, que ces corps se divisent en deux groupes, l'un possédant un spectre d'absorption et l'autre n'en possédant pas.

Le premier renferme les oximino-kétones, sans chaîne éthylénique associée aux carbonyles. Par ailleurs, les corps qui ont une ou plusieurs de ces chaînes montrent des bandes d'absorption. La production de la bande dépend de l'existence, dans la position 8 du noyau purine, de O, de OM, ou de R. Par exemple,



Ces données théoriques ne sont pas seulement susceptibles d'applications pour les déterminations qualitatives, mais encore de base à explication des causes qui occasionnent la couleur dans les composés.

INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LES RÉACTIONS DES CORPS DIAZOÏQUES

A la Chemical Society de Londres, également, MM. K. J. P. Orton, J. E. Coates et F. Burdett ont présenté les premiers résultats de leurs recherches sur l'influence que la lumière exerce sur les réactions diazoïques. En voici le résumé, d'après le n° 296 des Proceedings de la Société. Je rappellerai ici que ces réactions ont servi de base à des procédés d'impression par photographie, dont on trouvera l'exposé dans les volumes 31 et 53 de mon « Encyclopédie universelle des Industries tinctoriales ».

Il y a déjà longtemps qu'on a établi que certains composés diazoïques sont assez sensibles à la lumière pour servir de base à des procédés de photographie. (Citons le brevet allemand de Feer, n° 53455; le brevet allemand de Green, Cross et Bevan, n° 56606, et leurs travaux publiés dans le *Journal of the Society of chemical Industry*, en 1890, et dans les *Berichte*, de 1890 et de 1901; ceux de Ruff et Stein, *Berichte*, 1901). Cependant les réactions qui prennent lieu ne semblent pas avoir été précisées suffisamment. Les essais semblent n'avoir porté que sur des composés solides. Green, Cross et Bevan ont établi que l'action de la lumière a pour premier effet de causer une décomposition du diazo en phénol et en nitrogène.

Lorsqu'il s'agit de diazo-benzènes de substitutions élevées, qui sont tout à fait stables à la température ordinaire, l'action de la lumière comme facteur d'accélération pour certaines réactions peut être aisément étudiée. Un exemple remarquable est donné par les sels de *s*-tribromobenzène diazonium. Il ne se forme pas de *s*-tribromophénol (Silberstein, in *Journal für praktische Chemie*, 1883; Hantzsch, in *Berichte*, 1900). Au contraire, Orton (in *Transactions of Chemical Society*, 1902), a montré que la principale réaction qui prend lieu consiste dans la mise en liberté de brome et la

formation de dibromoquinone diazide. Si l'on expose à la lumière du soleil des solutions aqueuses de sels de diazonium, il se produit une décomposition rapide en *s*-tribromophénol et nitrogène. Une addition d'acide augmente le rendement en *s*-tribromophénol. S'il n'y a pas excès d'acide, la seconde réaction, élimination de brome et formation de quinone diazide, devient notable.

Les *s*-tribromobenzène-diazotates correspondants ne sont en rien affectés par la lumière solaire.

Ce ne sont pas seulement les solutions aqueuses de ces diazo qui se montrent fort sensibles à la lumière; les solutions dans l'alcool méthylique, dans l'alcool éthylique, dans l'acide acétique se montrent aussi fort sensibles. Les sels de *s*-tribromobenzène diazonium sont remarquables en ce que leurs solutions dans l'alcool méthylique, dans l'alcool éthylique, dans l'acide acétique fournissent par ébullition, seulement du *s*-tribromobenzène, et par action décomposante du soleil, seulement l'éther méthylique $C^6H^3Br^3$. OMe, ou éthylique $C^6H^3Br^3$.OEt, ou le *s*-tribromophénylacétate $C^6H^3Br^3$.OAc. L'action accélératrice particulière que le soleil possède sur ces décompositions est mise en évidence par le fait qu'une solution de sulfate de diazonium dans de l'alcool à 90 p. 100, qui se décompose lentement à la température ordinaire, ne donne que du *s*-tribromobenzène en l'absence de lumière, mais fournit une proportion élevée de phénétol $C^6H^3Br^3$.OEt, si on l'expose à la lumière solaire. Une solution de *s*-tribromobenzène-diazotate de potassium dans l'alcool méthylique n'est nullement affectée par la lumière.

Des effets semblables ont été observés sur des sels de diazonium très nombreux. Des solutions ont pu être conservées dans l'obscurité pendant 10 semaines, sans noter aucun dégagement d'azote; à la lumière solaire, la décomposition se faisait rapidement. Ainsi, le sulfate de 5-bromo-*m*-xylène-4-diazonium est entièrement stable en solution aqueuse, si on le maintient dans l'obscurité à la température ordinaire; mais si l'on chauffe, ou qu'on expose à la lumière, la décomposition s'effectue rapidement avec production du xylénol correspondant.

La conversion des diazo en phénols, éthers et phénylacétates est une réaction caractéristique nouvelle. Elle permet d'obtenir certains phénols à partir des sels des diazoïques correspondants.

COMPARAISON DE L'EFFICACITÉ DES SOLUTIONS DE VERDET NEUTRE ET DES BOUILLIES CUPRIQUES CONTRE LE MILDIOU, par MM. E. Chuard et F. Porchet (1).

« Dans diverses régions viticoles, l'emploi de solutions à environ 1 p. 100 de verdet neutre (acétate neutre de cuivre) tend à se substituer, depuis quelques années, à celui des bouillies cupriques, dont la préparation et la manipulation ne sont pas sans quelques difficultés pour le viticulteur. Facilement soluble dans l'eau, inoffensif pour le feuillage de la vigne, aux concentrations utilisées de 0,5 à 1,5 p. 100, le verdet neutre est d'une application très commode et s'est montré, dans les nombreux essais que nous avons pu contrôler, d'une efficacité au moins égale à celle des bouillies à la chaux ou à la soude. Le seul inconvénient que lui reprochent les viticulteurs, de ne pas laisser de traces apparentes à distance sur le feuillage de la vigne, disparaît si l'on ajoute à la solution une petite quantité d'une poudre inerte et légère, telle que la poudre de talc ou de kaolin.

(1) D'après leur communication à l'Académie des Sciences.

« On peut se demander, étant donné la grande solubilité de ce produit, si l'eau de pluie n'entraîne pas rapidement le résidu laissé par un traitement au verdet et formant sur les feuilles de la vigne un léger enduit, à peine perceptible, à moins d'y regarder de près. Les recherches que nous avons faites à ce sujet ont mis en évidence un fait d'une haute importance, qui, à notre connaissance du moins, n'a pas été encore mentionné dans les publications concernant les traitements contre le mildiou; c'est que par simple évaporation à l'air de la solution diluée, appliquée sur les feuilles au moyen du pulvérisateur, le verdet neutre se transforme en verdet basique, insoluble, ou du moins difficilement soluble dans l'eau, de telle sorte qu'un lavage, même très prolongé, n'arrive pas à l'entraîner et laisse toujours une certaine proportion de cuivre sur les feuilles traitées... »

INFLUENCE PARALYSANTE DE L'ARSENIC DANS LA PRODUCTION DE LA ROUILLE,
par *M. L. Lindet*.

Dans une communication antérieure faite à l'Académie des Sciences, *M. L. Lindet* remarquait que l'oxydation des corps organiques est influencée par la présence de certains métaux. C'est ainsi que *M. Livache* a étudié la siccativité des huiles au contact du plomb divisé; *M. Trillat* a oxydé les alcools, l'ammoniaque et les amines au moyen d'une spirale de platine ou de cuivre rouge et il a montré que la présence du platine favorise, que la présence du plomb, de l'arsenic diminue au contraire l'action oxydante du cuivre; *MM. Duchemin* et *Dourlen* ont récemment confirmé le rôle actif que le cuivre exerce au contact des alcools éthylique et méthylique, pour former les acides correspondants; on sait d'autre part que les fabricants de formaldéhyde ne peuvent travailler avec des cuivres arsénicaux.

M. Lindet s'était demandé si les métaux qui influencent les oxydations organiques ont la même action vis-à-vis des métaux eux-mêmes et spécialement vis-à-vis du fer. Il constata que certains d'entre eux, comme le cuivre, placés sous l'eau constamment aérée en présence du fer, activent l'oxydation de celui-ci et que d'autres plus nombreux, l'étain, le plomb, le zinc, le manganèse, l'aluminium, le magnésium la retardent, à la façon des carbonates alcalins ou de l'ammoniaque.

Il attribue ces phénomènes, non pas à la présence du métal même, mais à la dissolution dans l'eau de traces d'hydrates d'oxyde.

« La formation de ces traces d'hydrates, que *M. Lindet* a d'ailleurs signalée à propos de l'hydrolyse du sucre, ramène le problème à étudier l'action des oxydes. Le rôle de ceux-ci est mieux connu que celui des métaux; on possède de nombreux travaux sur l'action de l'oxyde de manganèse, par *M. Livache* et par *M. Bertrand*; de ce même oxyde en présence de la potasse et de la soude, par *M. Trillat*; de l'oxyde de vanadium, par *M. Villiers* et par *M. Lindet*; de l'oxyde de cuivre, par *M. Kling*. L'oxyde de fer est lui-même un activant de la formation de la rouille; on sait avec quelle rapidité les taches de rouille s'étendent sur le fer, à partir du moment où elles y apparaissent.

« Parmi les paralysants de l'oxydation du fer il convient de citer au premier rang l'arsenic et ses dérivés. L'arsenic, en présence de l'eau aérée, fournit de l'acide arsénieux et peut-être du sous-oxyde d'arsenic, As^2O ; quelquefois, quand il est en grande quantité, l'arsenic arrête complètement l'oxydation; souvent il la ralentit seulement. L'acide arsénique annule nettement l'oxydation, ainsi que les arsénites et les arséniates alcalins, à la condition d'être employés à une dose voisine de 1 p. 100; le sulfure

d'arsenic (orpiment) est également un paralysant énergique. Dans cet ordre d'idées, M. Lindet a rappelé que l'acide arsénique, d'après M. Trillat, arrête l'action oxydante du manganèse et de la potasse vis-à-vis de l'acide gallique et que le platine, employé dans la fabrication de l'acide sulfurique par contact, perd son pouvoir oxydant quand les gaz du four à pyrites ne sont pas au préalable débarrassés de leur acide arsénieux.

« Les sels solubles, chlorures de sodium, de potassium, d'ammonium, les sulfates correspondants, grâce à leur dissociation électrolytique, rendent l'oxydation deux ou trois fois plus rapide.

« L'action des corps organiques n'est pas moins curieuse; si le sucre, le phénol, la résorcine, etc., accélèrent la formation de la rouille, l'alcool, le salicylate de méthyle, etc., la retardent au contraire; les acides acétique, salicylique, etc., dissolvent le fer au fur et à mesure de son oxydation.

« Il était intéressant d'appliquer les résultats de cette étude à la recherche des causes qui produisent la rouille, trop souvent constatée, des bidons de fer étamé ou de fer galvanisé dans lesquels on expédie l'alcool dénaturé; cette formation constitue en effet un des obstacles à la consommation dans l'automobilisme. Il est évident que la facilité avec laquelle a lieu l'oxydation des bidons n'est pas en rapport avec la quantité d'eau que l'alcool renferme et qu'elle est due vraisemblablement aux impuretés que cet alcool apporte.

« Les alcools réservés aujourd'hui à la dénaturation sont constitués presque uniquement par des têtes de rectification, les queues étant employées à la fabrication de la poudre sans fumée, de la soie artificielle, etc.; ils renferment donc de l'aldéhyde, des traces d'acide acétique, de l'éther acétique. On les additionne de méthylène régie, alcool méthylique impur, mélangé d'acétones et d'acétate de méthyle. Ceux qui sont proposés à l'automobilisme renferment en outre 50 p. 100 de benzine légère du gaz.

« Parmi ces corps étrangers, c'est la benzine qui présente la plus grande activité dans la production de la rouille; son rôle oxydant vis-à-vis de l'indigo a été signalé par M. Berthelot en 1867. M. Lindet a observé que son addition à son volume d'alcool triple aisément la vitesse d'oxydation. Les acétates d'éthyle et de méthyle ne provoquent pas sensiblement l'oxydation, pas plus que l'aldéhyde, mais attaquent le zinc, l'étain, puis le fer des bidons; or les acétates de ces métaux amorcent l'oxydation, surtout en présence de la benzine et la développent deux ou trois fois plus vite que ne le ferait seul l'alcool carburé.

« D'autre part l'arsenic, l'acide arsénieux, l'orpiment arrêtent totalement l'oxydation et cela pendant plusieurs mois de contact; évidemment l'emploi de ces corps est inapplicable pour préserver les bidons de l'oxydation; l'alcool ne dissout que des traces d'arsenic, mais celui-ci s'oxyde au sein du liquide et les produits d'oxydation sont beaucoup plus solubles que l'arsenic lui-même. »

Dans une communication récente à la Société chimique, M. Lindet est revenu sur cette observation intéressante, qui ne semblait guère comporter d'applications immédiates, car on ne trouve dans le commerce ni fer, ni acier arsenical. Mais M. Nay de Mezence a pu, grâce à l'obligeance de la Société parisienne de cémentation, exploiter les procédés J. Lecarme, faire cémenter superficiellement à l'arsenic une tôle d'acier; ainsi que le montrent les échantillons, l'acier cémenté à l'arsenic a résisté à la rouille, tandis que le témoin, exposé en même temps à l'air humide, s'est recouvert d'oxyde de fer.

BREVETS DEMANDÉS EN FRANCE POUR LES INDUSTRIES CHIMIQUES EN 1904

En 1904, le nombre total des demandes de brevets français a été de 13 293. Celui concernant les arts chimiques est de 710; ces demandes se répartissent comme il suit :

Produits chimiques.	201
Matières colorantes, couleurs, vernis, enduits, encres.	116
Poudres et matières explosives, pyrotechnie.	36
Corps gras, bougies, savons, parfumerie.	97
Essences, résines, cires, caoutchouc, celluloïd.	63
Distillation, filtration, épuration des eaux.	107
Cuirs et peaux, colles et gélatines.	52
Procédés et produits non dénommés.	36

Les engrais et amendements ont inspiré 25 demandes.

Le nombre des brevets concernant l'alimentation s'est élevé à 635, dont 33 pour la meunerie, 63 pour la boulangerie et la pâtisserie, 59 pour la confiserie et la chocolaterie, 172 pour les produits et conserves alimentaires, 328 pour les boissons, vins, vinaigres et tonnellerie.

Dans les arts textiles, le nombre de brevets s'est élevé à 781, dont 189 pour la filature et les matières premières, 188 pour la teinture, l'apprêt, l'impression et les papiers peints, 32 pour la fabrication du papier et du carton, 53 pour les utilisations de la pâte à papier et du carton.

Dans les mines et la métallurgie, le nombre des brevets s'élève à 502, dont 111 relatifs aux procédés d'exploitation des mines et minières, et au forage des puits, 177 pour la métallurgie, 214 pour les métaux ouvrés.

Pour les arts céramiques, il y a eu 154 demandes, 32 à propos des briques et tuiles, 41 relatifs aux poteries, faïences et porcelaines, et 81 pour la verrerie.

L'éclairage, le chauffage, la réfrigération et la ventilation ont fait l'objet de 838 demandes, dont 270 relatives aux lampes, 227 pour les combustibles solides, liquides et gazeux.

NOTES DE MÉCANIQUE

CHARGEUR AUTOMATIQUE *Victor* POUR LOCOMOTIVES (1)

On sait que le travail du chauffeur est devenu, sur les locomotives à très grandes et longues grilles, extrêmement pénible, et qu'il est impossible d'en exiger davantage, c'est-à-dire d'augmenter encore la grandeur de ces grilles ou leur activité, sans l'addi-

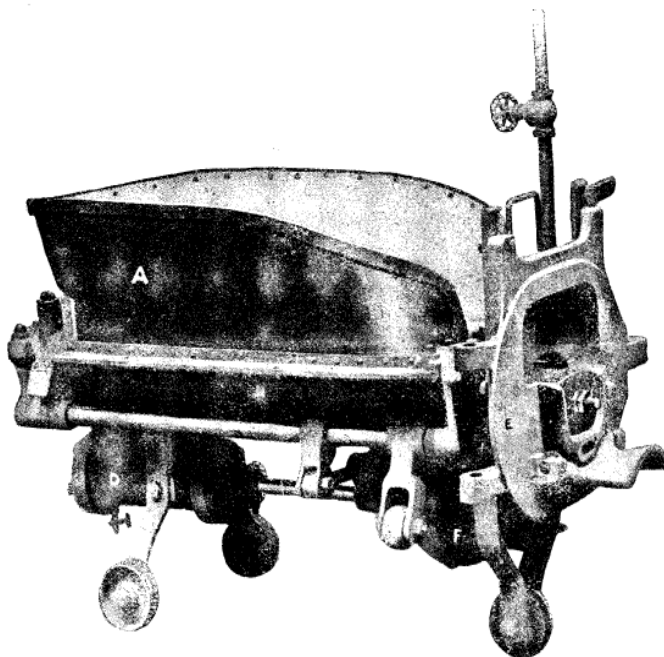


Fig. 1. — Chargeur *Victor*.

tion d'un chauffeur supplémentaire, ou sans l'adoption d'un mode quelconque de chargement mécanique des grilles permettant de soulager plus ou moins le travail du chauffeur. La question est particulièrement urgente aux États-Unis, où les Unions ouvrières sont sur le point d'exiger, pour certaines grandes locomotives, l'adjonction d'un chauffeur supplémentaire; aussi la question du chargement mécanique des grilles de locomotive est-elle étudiée très activement aux États-Unis.

Le chargeur *Victor*, inventé par Kincaid (2), est l'un de ceux qui attirent le plus

(1) *Railroad Gazette*, 9 juin, p. 643.

(2) *Revue de mécanique*, juillet 1901, p. 85.

vivement l'attention aux États-Unis, où il vient d'être l'objet d'essais encourageants entre Cincinnati et Indianopolis.

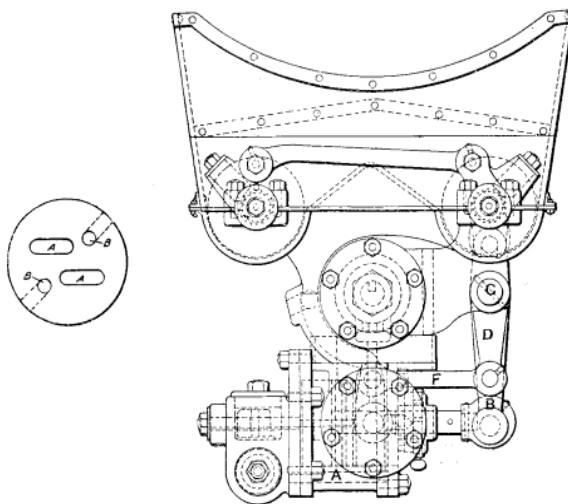


Fig. 2. — Chargeur Victor vu par bout.

Ainsi que le montrent les figures 1 à 7, l'appareil se compose d'une sorte de trémie disposée devant l'ouverture ordinaire de chargement de la grille, et dans laquelle le

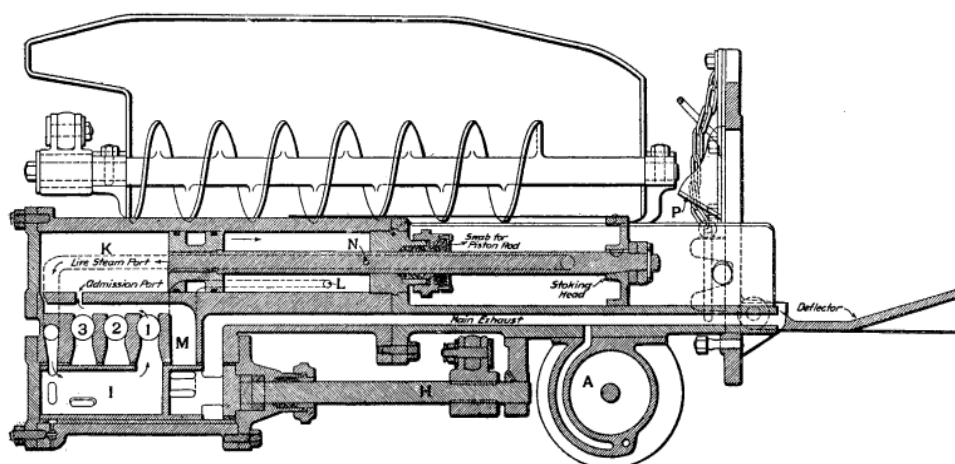


Fig. 3. — Chargeur Victor. Coupe par le cylindre A.

chauffeur charge le charbon. Dans cette trémie, tournent deux hélices, que le cylindre à vapeur A (fig. 2) commande au moyen de deux rochets actionnés par le renvoi BC, et ces hélices alimentent le charbon au-dessus d'un piston horizontal, commandé par

un cylindre à vapeur, et qui enfourne le charbon par la porte de la grille, au-dessus d'un déflecteur qu'il faut changer tous les vingt jours.

La distribution du cylindre enfourneur est commandée, de la bielle F du levier CD, par un rochet, et se compose d'un robinet I, cylindrique, avec trois lumières, écartées de 120° , qui admettent la vapeur respectivement par les valves 1, 2 et 3, réglables de

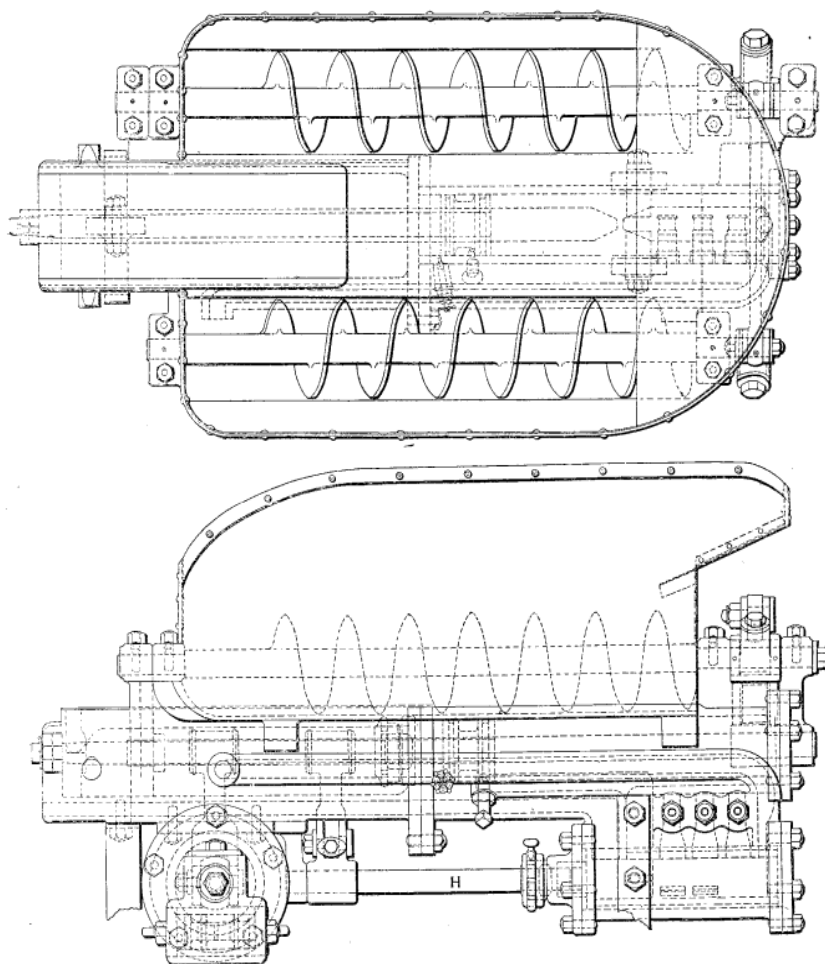


Fig. 4 et 5. — Chargeur Victor. Plan et élévation.

manière à admettre la vapeur derrière le piston enfourneur K, successivement, jusqu'au bout de sa course, jusqu'au milieu, puis jusqu'à une très faible longueur de cette course, donnant ainsi, périodiquement, des séries de trois charges variables, projetées, avec des vitesses décroissantes du piston, au bout, au milieu et vers l'arrière de la grille. A la fin de ses courses avant, lorsque le piston K recouvre le trou L, le

robinet I ferme l'admission en K et ouvre son échappement en M, de sorte que la vapeur admise à droite du piston, par N, le repousse à gauche, puis I réadmet la vapeur en K, pendant qu'il ouvre la droite du piston à l'échappement par L. Le piston reçoit ainsi un mouvement de va-et-vient réglable par les étranglements des valves 1, 2 et 3, suivant la marche de la locomotive.

La distribution du cylindre A se fait (fig. 2) par un disque plat, commandé par des taquets du piston de A et de sa tige, et percé de quatre lumières : deux, AA, pour l'échappement, et deux, BB, pour l'admission de la vapeur à droite et à gauche d'une valve de distribution cylindrique O (fig. 6), qui fonctionne comme celle des pompes des freins à air comprimé Westinghouse, et qui peut être démarrée à la main en cas de collage.

Le chauffeur n'a plus qu'à charger la trémie, bien plus facilement que la grille, et à surveiller le feu par la porte P du foyer, qui se soulève d'elle-même pour laisser passer les gros morceaux de charbon chassés par le chargeur. Si le morceau est trop gros pour passer même cette porte, le piston chargeur le brise et le reprend au retour.

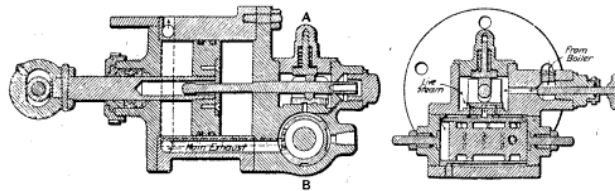


Fig. 6. — Chargeur Victor. Commande de la distribution.

Dans un essai sur une locomotive express du type Atlantic, à cylindres de 530×660 et grille de $1^m,72 \times 2^m,46$, remorquant derrière son tender une charge de 400 tonnes, 3 minutes après la mise en train du chargeur, la pression monta de 12 kilos à 13 kilos, et la locomotive se comporta parfaitement, sur un trajet de 180 kilomètres, entre Cincinnati et Indianapolis, avec des vitesses atteignant jusqu'à 96 kilomètres, et en vitesse moyenne de 75 kilomètres sur voie moyennement accidentée; la pression se maintient facilement entre $13^{kil,5}$ et 14 kilogrammes.

Le charbon était du très menu de manière qu'il ne fit pas de poussière.

La distribution de ce charbon se fait très facilement sur la grille. La locomotive arriva à Indianapolis avec une épaisseur de charbon sur sa grille de 150 à 200 millimètres plus grande qu'avec le chargement à la main, et retourna à Cincinnati sans nettoyer sa grille. On ne dut, pendant tout le trajet, ringarder que deux fois, mais surveiller le feu et la marche du chargeur avec une grande attention; en fait, ce chargeur exige plus d'attention et d'intelligence que le chargement à la main. En marche normale, son piston donne environ 20 coups par minute, mais sa vitesse peut varier de 10 à 25 coups; on peut parfois l'arrêter entièrement; c'est ce qui se produisit 25 fois pendant le trajet de Cincinnati à Indianapolis, avec une durée totale de ces arrêts de 63 minutes sur les 197 du trajet, y compris les arrêts aux stations; en marche, la durée de ces arrêts varie de une minute à un quart de minute. On a brûlé environ 3 tonnes un quart de charbon en 3 heures un quart sans la moindre fatigue du chauffeur. Au bout de cinq mois de marche le chargeur est encore en parfait état.

Ce sont là des résultats très encourageants pour un appareil encore à l'état d'essai sur les locomotives, au service desquelles il faudra l'adapter plus complètement, en

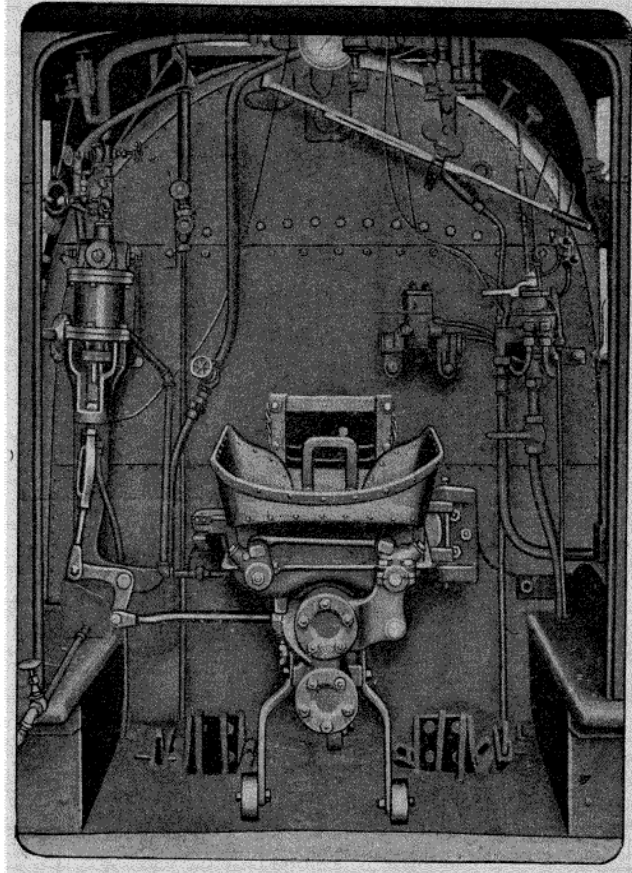


Fig. 7. — Chargeur Victor en place.

réduisant son encombrement (fig. 7), en agrandissant la porte du foyer pour faciliter la surveillance et le ringardage du feu et, peut-être, en le complétant d'un chargeur mécanique de la trémie.

DEUX GRANDES MACHINES DE LAMINOIRS (1)

La première de ces machines est celle exposée à Liège par la société *Cockerill*. Elle se compose de trois paires de cylindres de 900 et 1^m,35 de diamètre $\times$ 1^m,30 de course

(1) *The Engineer*, 16 juin, p. 504.

Tome 107. — Juillet 1905.

(fig. 1 à 3), disposés en tandem et sur manivelles à 120° ; leur arbre attaque directement le laminoir, bien sous les yeux du mécanicien, comme l'indique la position de sa plate-forme. Pour mettre en train, le mécanicien commence par ouvrir la soupape d'admission de vapeur autour des cylindres pour leur réchauffage, puis il admet la vapeur au servo-moteur vertical que l'on voit au-dessus des cylindres en figure 3, et qui commande la prise de vapeur des six cylindres. Si la résistance à cette mise en

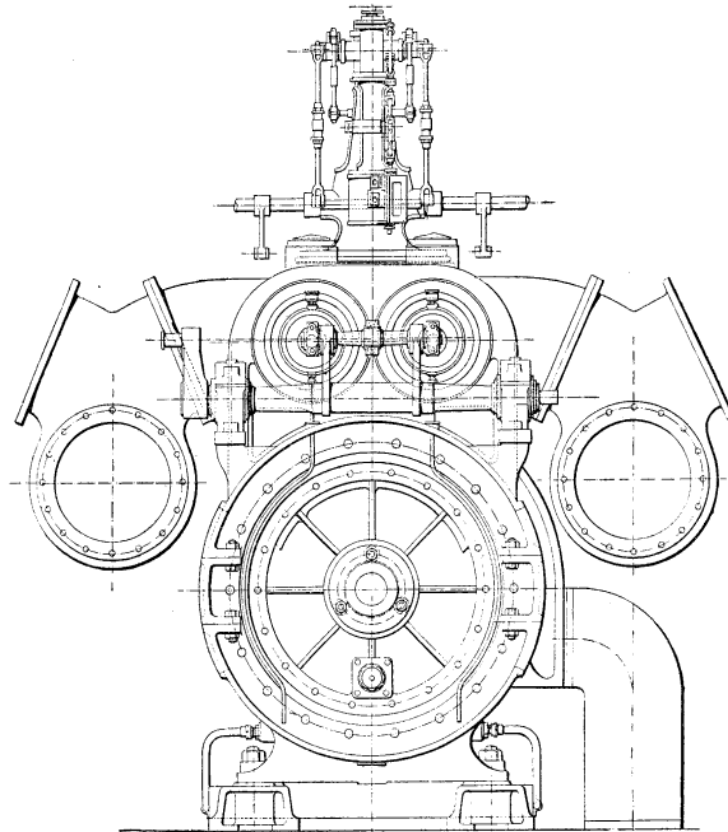


Fig. 3. — Machine Cockerill vue par bout de droite (fig. 2).

train est très considérable, le mécanicien peut la vaincre en admettant directement de la vapeur à haute pression à deux des grands cylindres,

La distribution est faite par des tiroirs cylindriques à pistons. La vapeur d'échappement des petits cylindres passe à l'admission des grands par de gros tuyaux formant réservoirs intermédiaires, et cette admission est faite par deux tiroirs dans chaque grand cylindre afin de réduire les dimensions de ces tiroirs.

Le renversement de la marche se fait par un second servo-moteur horizontal indiqué en pointillés au bas de la figure 3.

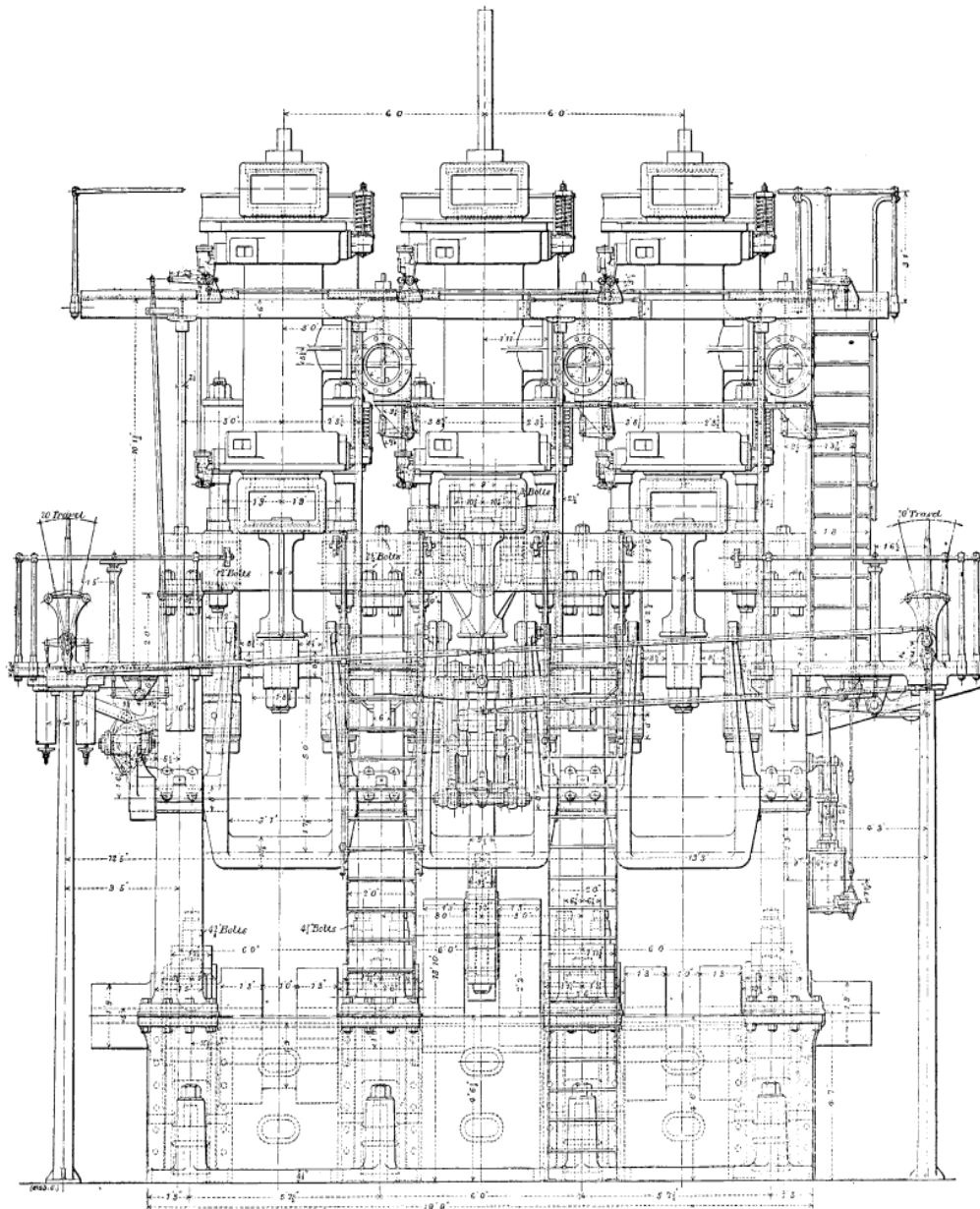


Fig. 4. — Machine de laminoir Davy de 16 000 chevaux. Élévation.

La puissance est de 10 000 chevaux à 120 tours, avec de la vapeur d'admission à 18 kilos et sans condensation.

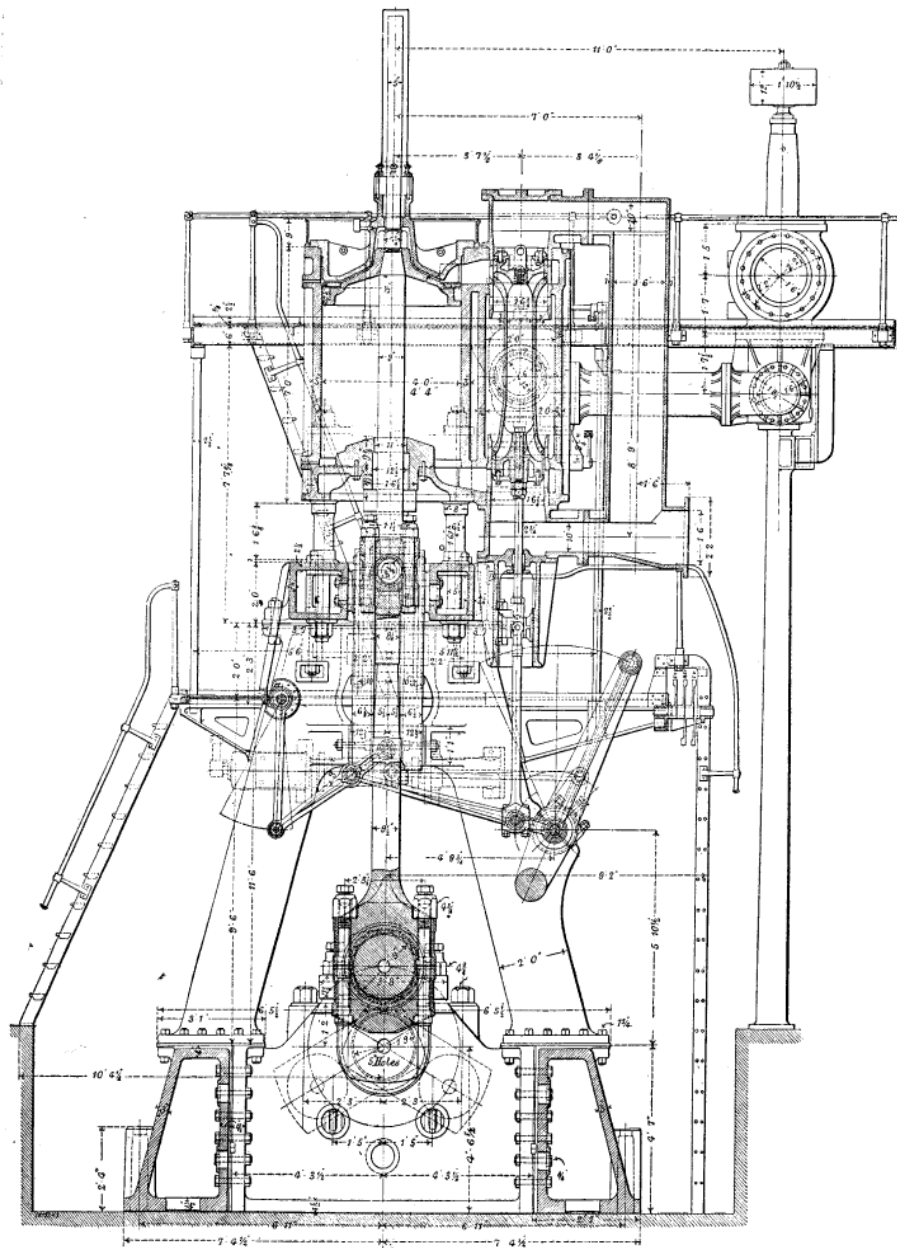


Fig. 5. — Machines Davy. Coupe verticale transversale.

Les cylindres sont à enveloppes de vapeur. Les excentriques de la distribution sont (fig. 3) sur un arbre auxiliaire; elles attaquent leurs distributeurs par des coulisses soumises au servo-moteur et changement de marche et les renvois par bielles et manivelles indiqués sur les figures.

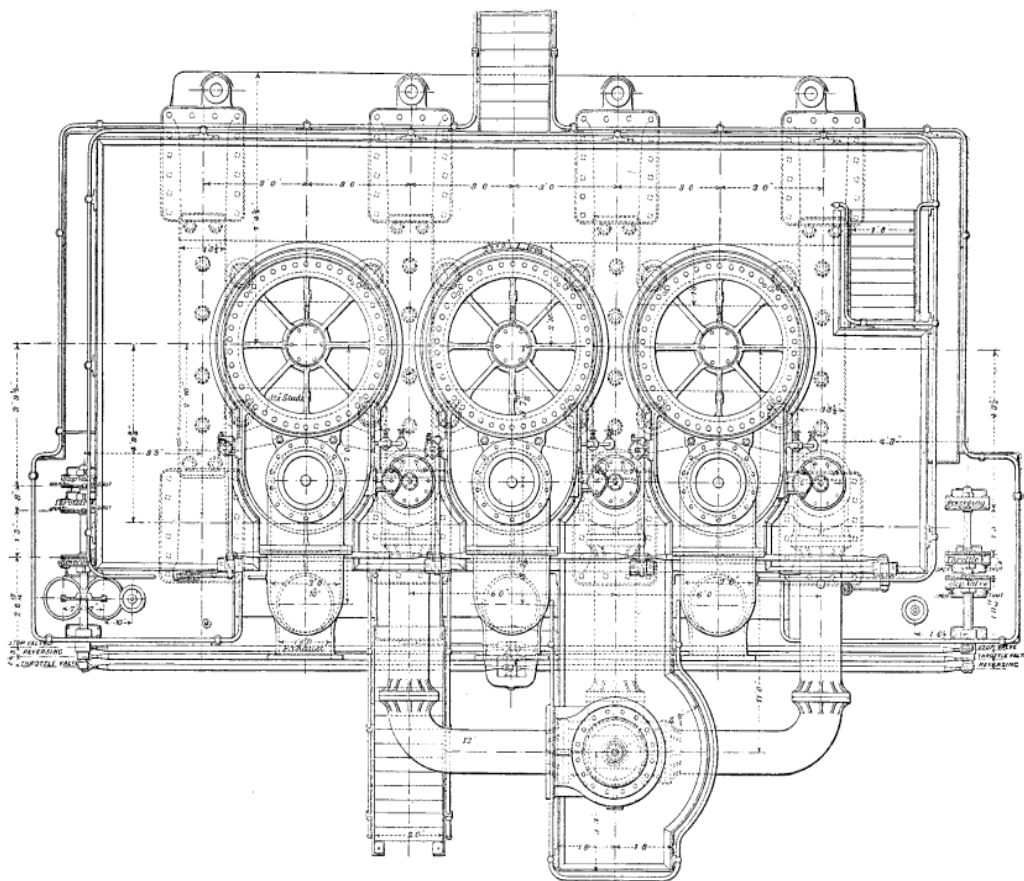


Fig. 6. — Machine Davy. Plan.

La seconde machine, construite par *Davy*, à Sheffield, pour les Britannia Works, de Middlesborough est (fig. 4 à 7) verticale à trois cylindres de $1^m,22 \times 2^m,34$ de course, sur manivelles à 120° , donnant 16 000 chevaux, avec une pression d'admission de 10 kilos, à 120 tours en condensation sur condenseur central.

Les avantages généraux revendiqués en faveur du type vertical sur l'horizontal sont la diminution du frottement et de l'usure des pistons, des cylindres et des glissières, qui sont, en outre, moins exposées aux poussières, et leur encombrement moindre d'un tiers environ que celui des machines horizontales équivalentes.

Le socle de cette machine, de $1^m,37$ de hauteur, est exceptionnellement robuste,

avec joints à clavettes soulageant les boulons de tout effort de cisaillement, de sorte que les six pièces de ce socle sont très fermement assemblées, comme d'un seul bloc, dont la rigidité est indépendante de l'attache des boulons de fondation.

L'arbre de couche, en une seule pièce, a 535 millimètres de diamètre et pèse 21 tonnes; c'est l'un des plus gros arbres à 3 manivelles coudés que l'on connaisse; il provient des forges de Cammell, à Sheffield.

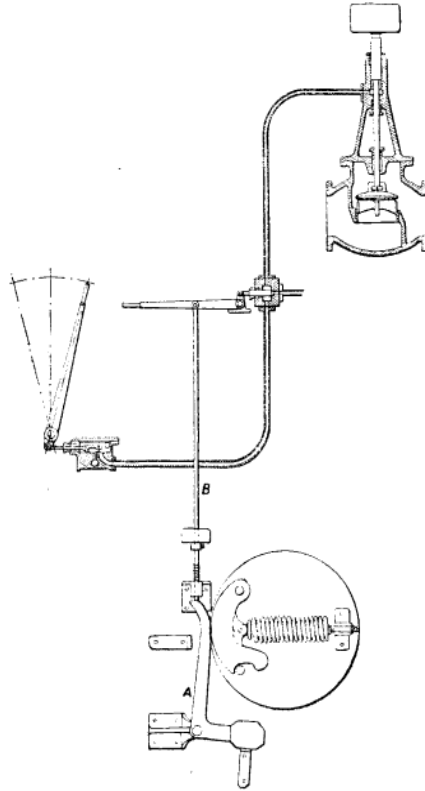


Fig. 7. — Machine Davy. Arrêt.

Les quatre montants supportent chacun des cylindres par 4 colonnes en acier de 200 millimètres de diamètre (fig. 5) et de 500 de haut, laissant ainsi, entre les fonds des cylindres et le haut des montants, un jeu suffisant pour empêcher la communication trop intense de la chaleur des cylindres à ces montants. On évite ainsi les efforts considérables que les dilatations de l'entablature exerceraient sur les deux montants extérieurs, en même temps qu'on facilite l'accès des stuffing boxes. Les tiges de pistons ont 230 millimètres et sont à stuffing boxes métalliques.

La distribution est du type radial Joy avec (fig. 7) tiroirs cylindriques entièrement équilibrés de manière à fatiguer le moins possible le mécanisme, tout en articu-

ESSAI D'UNE MACHINE FRIGORIFIQUE A ABSORPTION, d'après *M. R. Habermann* (1).

Les machines frigorifiques à compression ont presque supplanté actuellement les machines à absorption. Dans ce dernier domaine cependant les recherches ont été nombreuses et ces machines offrent aujourd'hui un fonctionnement sûr et un bon rende-

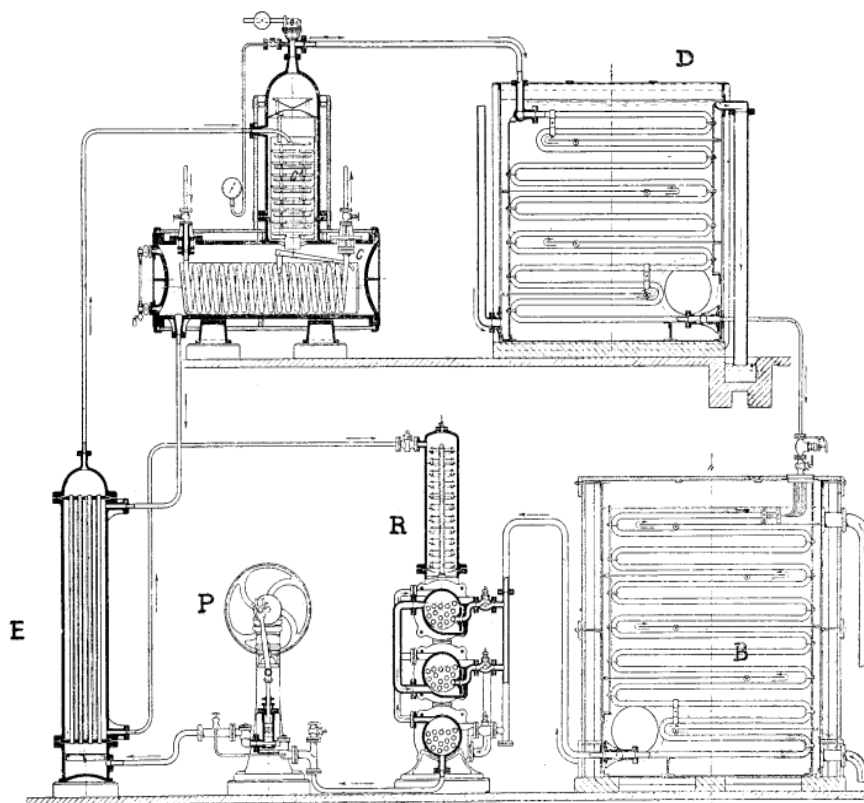


Fig. 1. — Machine frigorifique à absorption: C.C', chaudière; D, condenseur; B, vaporisateur; R, absorbeur; P, pompe; E, échangeur de température.

ment. Les essais qui suivent se rapportent à une de ces machines, fournie par la Halleschen Maschinenfabrik und Eisengiesserei, de Halle sur Saale. La machine qui a été l'objet de ces essais est en service depuis 1899 à la Norddeutschen Eiswerke A-G. de Berlin.

La figure ci-dessus représente schématiquement la machine. Le fonctionnement a lieu de la façon suivante : La solution ammoniacale concentrée, contenue dans la chaudière à ammoniac *c'* est chauffée par un serpentín de vapeur *c*; le gaz ammo-

(1) In *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 24 juin 1903.

niac se dégage et il reste une eau faiblement ammoniacale. Le gaz ammoniac se liquéfie dans le serpentin du condenseur D: sous l'influence de la réfrigération produite par la circulation d'eau froide et sous sa propre pression.

L'ammoniaque liquide se rassemble dans la partie inférieure du serpentin et pénètre dans le serpentin du réfrigérant B avec une pression réglée par un robinet à pointeau.

Le gaz ammoniac qui se dégage d'une façon continue est absorbé en R par l'eau-mère provenant de la chaudière. Cette solution faiblement ammoniacale s'écoule sous l'influence de la pression à travers l'échangeur de températures E et arrive jusqu'au robinet de l'absorbeur R. Si l'on ouvre ce robinet, le liquide, alors parfaitement refroidi, pénètre dans le dôme de l'absorbeur, puis dans chacun de ses cylindres, qu'il remplit aux trois quarts. Cette solution aqueuse, faible et froide, a la propriété d'absorber avidement le gaz ammoniac, jusqu'à saturation, à la température et à la pression correspondantes. Le serpentin du vaporisateur se termine par des tubes qui débouchent dans les cylindres absorbeurs. Le gaz ammoniac, qui est à une pression supérieure à la pression normale, y pénètre de lui-même, et est de suite absorbé. Il se forme ainsi à nouveau une solution ammoniacale concentrée. La chaleur engendrée par cette dissolution est éliminée par une circulation d'eau froide dans les tubes des cylindres.

La solution concentrée et froide est reprise par une pompe P et conduite à la chaudière en traversant l'échangeur de température. Le gaz ammoniac se dégage et le cycle recommence.

Pour déterminer la puissance réfrigérante de la machine, la solution saline refroidie fut pompée, d'une façon continue, à travers un cylindre bien isolé extérieurement, contenant intérieurement un serpentin de vapeur, de manière que la *quantité de froid* engendrée par la machine à l'état de régime fut exactement compensée par la chaleur de la vapeur. La température et la pression de la vapeur furent mesurées avant l'entrée dans le serpentin du cylindre. A la sortie, on nota la température de l'eau condensée et son poids. On pouvait ainsi en déduire la quantité de chaleur cédée par la vapeur condensée.

Si l'état initial de la machine est le même que l'état final relativement à la température de la solution saline, et c'était le cas ici, la quantité de chaleur cédée par la vapeur à la solution saline est égale à la quantité de froid produite. Pour être certain d'avoir de la vapeur sèche, elle a été fortement surchauffée avant son entrée dans le serpentin.

La quantité de vapeur nécessaire pour le chauffage de la solution ammoniacale dans la chaudière fut déterminée de la même manière. La température de l'eau condensée fut mesurée à la sortie, et comme cette dernière avait une température d'environ 80°, elle fut refroidie à la température ordinaire dans un serpentin réfrigérant, avant d'être recueillie, puis pesée. La consommation de vapeur fut ainsi obtenue avec une précision suffisante.

A côté de ces consommations de vapeur, la machine nécessite encore une dépense de force pour la pompe à ammoniaque. Cette dépense est si faible, qu'elle ne fut pas mesurée directement, mais simplement obtenue par le calcul. L'erreur, si elle existe, est trop faible pour influencer le résultat.

Afin de pouvoir régler la marche de la machine, la pompe est munie d'un dispositif qui permet d'en faire varier la course de 0 à 200 millimètres. Le diamètre du piston

est de 90 millimètres. Pour les essais, la course fut fixée à 100 millimètres. Dans ce cas, les surfaces du réfrigérant et du condenseur sont les mêmes que dans les essais habituels des machines à compression, comme aussi la température de l'eau salée à la sortie du réfrigérant (-5°) et celle de l'eau de réfrigération à la sortie du condenseur ($+20^{\circ}$); la température moyenne est donc de $+15^{\circ}$. La surface du serpentín du condenseur est de $105\text{m}^2,9$, et la surface réfrigérante moyenne de 94m^2 . La surface du serpentín du vaporisateur est de $88\text{m}^2,5$ et la surface réfrigérante de 80m^2 . Il n'existe pas d'agitateur, ni dans le condenseur, ni dans le vaporisateur. La surface du condenseur est un peu plus grande que celle du vaporisateur, car le gaz sortant de la chaudière, outre qu'il doit être condensé, doit d'abord être ramené de la température de la chaudière jusqu'à celle de condensation.

En dehors des mesures nécessaires pour déterminer le pouvoir réfrigérant et les consommations de vapeur, un grand nombre d'autres déterminations furent effectuées, par exemple la quantité d'eau de réfrigération employée pour l'appareil d'absorption et la température à l'entrée et à la sortie. Cette température de sortie est en même temps la température d'entrée de la même quantité d'eau de réfrigération dans le condenseur. À côté de cette dernière, une quantité mesurée d'eau froide fut admise dans le condenseur et la température du mélange mesurée à la sortie. Enfin la température de l'ammoniacque et de la solution ammoniacale fut prise en différents points.

Les mesures ont eu lieu tous les quarts d'heure; les pesées de l'eau de condensation, chaque fois que cette dernière comportait un poids déterminé dans le collecteur, l'heure était alors notée.

Les mesures se trouvent dans le tableau suivant (voir pages 974-975), dans lequel les indications manométriques ont été corrigées d'après un manomètre à mercure.

Il ressort de ce tableau, que dans l'intervalle de temps compris entre 10 h. 8 m. 45 s. et 2 h. 23 m. 40 s., soit 4 heures, 14 minutes, 55 secondes, il s'est condensé $13 \times 50 = 650$ kilogr. de vapeur d'eau dans le cylindre, soit $\frac{650}{4,248} = 153$ kg. par heure.

La tension de la vapeur à son entrée était de 0,10 atm. La chaleur de vaporisation est alors de 535,255 calories, la température de saturation correspondante est de $101^{\circ},76$, la chaleur du liquide de $102,282$ calories. La température moyenne de la vapeur à son entrée dans le serpentín était de $135^{\circ},9$, de sorte que la vapeur était surchauffée de $135,9 - 101,76 = 34^{\circ},14$. La chaleur spécifique de la vapeur est de 0,48 et par conséquent la chaleur de surchauffe s'élevait à $0,48 \times 34,11 = 16,387$ calories. La chaleur totale de la vapeur s'élevait donc à $535,255 + 102,281 + 16,387 = 653,923$ calories.

La température de la vapeur à la sortie du réfrigérant était, en moyenne, de $13^{\circ},68$. Chaque kilogr. de vapeur a donc fourni $653,293 - 13,68 = 640,243$ calories, et détruit une égale quantité de froid.

La quantité de vapeur employée ayant été de 153 kilogr. par heure, la quantité de froid, ou la puissance frigorifique de la machine, a été de $640,243 \times 153 = 97,957$ calories à l'heure.

Dans le serpentín du bouilleur, il s'est condensé 1 200 kilogr. de vapeur en $3^{\text{h}},902$ ce qui fait $\frac{1\,200}{3,902} = 307,5$ kilog/heure.

La pression moyenne de la vapeur à son entrée était de 1,845 atmosphères. La

chaleur de vaporisation correspondante est alors de 514,390 calories, la température de saturation correspondante de la vapeur est 131°,03, la chaleur latente est de 132,023 calories. La vapeur à son entrée avait une température moyenne de 142°,85, la température de l'eau condensée avait, à la sortie de la chaudière une température moyenne de 79°,3. En calculant comme précédemment, on voit que les 307,5 k./heure de vapeur, traversant le bouilleur, lui ont amené $372,587 \times 307,5 = 116\,076$ calories.

Afin de contrôler la consommation de vapeur de la chaudière, on a vérifié si, lors du refroidissement de l'eau de condensation de la chaudière, la chaleur absorbée par l'eau de réfrigération concordait avec la perte de chaleur de la vapeur, dont la température est passée de 79°,3 à 15°,33. La quantité d'eau employée était de 2110 litres à l'heure, sa température d'entrée 11°,40, sa température de sortie 29°,48. La quantité de chaleur absorbée a donc été de $2110 (20,28 - 11,40) = 19\,159$ calories. La quantité de vapeur étant de 307,5 kilogr. heure, la chaleur cédée s'élevait à $(79,58 - 15,33) 307,5 = 19\,757$ calories (1), valeur qui concorde suffisamment avec les 19 159 calories trouvées plus haut.

Pour pouvoir comparer ces résultats avec la dépense de vapeur d'une machine frigorifique à compression, il faut partir de vapeur de la même valeur. Dans le cas présent on emploie de la vapeur sous faible pression, et l'eau d'alimentation constituée par la vapeur condensée est déjà presque à la température d'ébullition. La vapeur n'a donc pas ici la même valeur calorifique que dans le cas de machine à vapeur. Une machine à vapeur à condensation est généralement alimentée de vapeur à 7 kilogr., dont l'eau d'alimentation (provenant du condenseur) a une température d'environ 20°. Cette vapeur a 638,185 calories et, par conséquent, les 307 kilogr. de vapeur à 176,070 calories, ne possèdent que $\frac{176\,070}{638\,185} = 275,9$ kilogr. de vapeur à 7 atmosphères.

La petite pompe à ammoniacque nécessite une puissance de :

$$\frac{9^2 \pi (8,0 - 1,05) \times 0,10 \times 42,8}{4 \times 75 \times 60} = 0,42 \text{ chevaux,}$$

y compris 0,5 chevaux pour le travail de marche à vide.

En admettant une dépense de 14 kilogr. de vapeur par cheval-heure, la dépense totale est de $275,9 \times 0,5 \times 14 = 283,1$ kilogr., c'est-à-dire que chaque kilogr. de vapeur à 638,185 calories, engendre $\frac{97\,957}{283,1} = 348,8$ frigories.

Comparons ces résultats avec ceux d'une des meilleures machines à compression (2). Cette dernière produisait 95,381,8 frigories avec une machine à vapeur de 30,2 chevaux munie d'un condenseur.

La dépense, par cheval-heure, était de 1 kilogr. de vapeur à 7 atmosphères, à 638,185 calories, comme précédemment.

La production de froid, rapportée à 1 kilogr. de vapeur de même valeur calorifique, est donc de : $\frac{95 \times 381,8}{30,2 - 10} = 315,8$ calories, dans la machine à compression et de 348,8 calories, dans la machine à absorption.

L'eau de réfrigération avait une température de 10°, et sortait à 20°, par conséquent

(1) La chaleur de l'eau à 79°,3 est de 79,58 calories.

(2) In *Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie*, N° 5, 1903, et *Wochenschrift für Dranarie*, N° 12, 1903.

TEMPS.	TEMPÉRATURE ET PRESSION de la vapeur de la chaudière.				COMPTEUR A EAU DU RÉFRIGÉRANT.	EAU de réfrigération.		EAU CONDENSÉE DANS LE RÉFRIGÉRANT.	HEURE DE LA PESÉE AU RÉFRIGÉRANT.	GAZ AMMONIAC.		AMMONIAQUE LIQUIDE.		SOLUTION AMMONIACALE faible.			SOLUTION AMMONIACALE riche.	
	Entrée.		Sortie.			Entrée.	Sortie.			Température au vaporisateur.	Après le sècheur.	Après le condenseur.	Température de l'absorbeur.	Après la chaudière.	Après l'échangeur.	Avant l'absorbeur.	Après l'absorbeur.	Après l'échangeur.
	0	at.	at.	0														
h. m.	↓ N° 19	N° 1	N° 1	N° 20	10 h. 18 m.	N° 4	N° 5	N° 9	h. m. s.	—	N° 11	N° 12	N° 13	N° 14	N° 15	N° 16	N° 17	
10 15	137,6	1,8	1,97	80	1 490	11,4	20	15,4	10 17 00	—	74	14,7	91	26,1	16,7	21,9	68	
10 30	137,5	1,78	1,95	80	—	"	20,43	15,5	10 35 16	8,5	74,2	15,5	91	26,5	16,7	22,2	68	
10 45	136,5	1,78	1,95	79,9	2 433	"	20,4	15,5	10 54 36	5,5	74	15,7	90,8	26,7	17,0	21,9	68,2	
11 00	136	2,0	2,18	79,8	3 135	"	20,4	15,55	11 11 39	5,4	74	15,8	91	26,8	17,0	21,4	68,2	
11 15	135,8	1,78	1,95	79,1	3 189	"	20,4	15,5	11 31 03	—	74,2	15,85	90,8	27	17,0	22	68,8	
11 30	135,4	1,65	1,82	79,9	4 015	"	20,8	15,2	11 55 59	5,3	74	15,9	91,2	27,1	17	22,5	68,7	
11 45	135,2	1,6	1,77	78,2	5 542	"	20,4	15,2	12 10 53	—	73,8	16,0	90,5	27	17	22,3	68,5	
12 00	134,5	1,6	1,77	78	5 072	"	20,4	15,1	12 30 41	5,6	72,2	15,95	89,2	26,8	17	22	68,8	
12 15	134	1,6	1,77	77	5 598	"	20,3	15,1	12 50 05	—	70	15,96	89	27	17	22,1	67,8	
12 30	133,5	1,6	1,77	77	6 124	"	20,5	15,2	1 09 10	5,7	70	16,05	89,5	27,2	17	22,2	68	
12 45	↑ 141	1,6	1,77	77	6 650	"	20,7	15,2	1 29 39	—	70	16,04	87,8	26,8	17	22,2	66	
1 00	141,5	1,65	1,82	78	7 179	"	20,7	15,4	1 50 35	6,0	69	16	89,5	26,2	17	21,5	65,8	
1 15	143	1,6	1,77	78,9	7 704	"	20,5	15,3	2 11 07	—	69,5	16,1	90,2	26,5	17	22	66	
1 30	142,5	1,6	1,77	80,5	8 233	"	20,5	15,2	—	6,8	69,5	16,24	91	27	17	22,5	67,5	
1 45	141,9	1,6	1,77	82,3	8 763	"	20,6	15,2	—	—	69,8	16,30	91	27,5	17	22,5	67,4	
2 00	141,5	1,6	1,77	82,0	9 291	"	20,7	15,2	—	6,6	70	16,30	91,2	28	17,2	23,0	67,5	
2 15	141	1,62	1,79	81,2	9 822	"	20,4	15,3	—	—	69,5	16,65	91,8	28	17,5	22,5	66,8	
2 30	↓ [+80]	—	—	—	—	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	142,85	—	—	79,3	2 110	"	20,48	15,33	307,9	6,15	71,7	16	21,65	90,4	27	17	22,2	67,65

la température moyenne était également de 15°. Cette température ne fut pas obtenue dans l'essai; elle fut un peu plus élevée ou de $\frac{11,42 \times 19,51}{2} = 15,46$.

La quantité de chaleur totale enlevée par l'eau de réfrigération a été 260 775 calories-heure, ce qui correspond à une consommation de 26 078 litres. Dans les mêmes conditions, une machine réfrigérante à compression nécessite seulement 12 000 litres, de sorte que la machine à absorption consomme plus du double d'eau froide. L'emploi d'agitateurs dans le condenseur et le vaporisateur permettent, avec la même consommation de vapeur, une température plus élevée pour la sortie de l'eau de réfrigération; la consommation d'eau devient alors à peu près exactement le double de celle qu'exige une machine à compression.

Marche interne. — En dehors des deux mesures capitales savoir : la puissance frigorifique et la dépense de vapeur; d'autres essais ont été effectués, qui permettent une vue d'ensemble sur la marche interne de la machine.

Le cylindre de la pompe à ammoniacale, à simple effet, avait 90 millimètres de dia-

GAZ FROID.		AMMONIAQUE.					EAU de REFRIGERATION.			COMPTEUR à eau.		VAPEUR dans LE CYLINDRE.			EAU SALÉE dans le cylindre.		EAU CONDENSÉE DANS LE CYLINDRE.		HEURES DES PESÉES AU CYLINDRE.		NOMBRE DE TOURS/MINUTE DE LA POMPE A AMMONIAQUE. Course : 100 mm. Diam. : 90 mm.	
Après le vaporisateur.	Après le réfrigérant.																					
0	0	at.	at.	at.	at.	at.	0	0	0	mc.	mc.	at.	at.	0	0	0	0	0	0	Chaque 50 kil.		
N° 18		N° II	N° III	N° III	N° IV	N° IV	N° 1	N° 3	N° 2	—	—	N° V	N° V	N° 8	N° 7	N° 6	N° 10	h. m. s.	—			
— 5,6		8,5	8,3	8,18	1,18	1,08	11,39	19,29	16,27	61 880	1 966	0,18	0,10	136,3	— 5,0	— 2,8	13,5	10 08 43	43			
— 5,2		8,52	8,35	8,23	1,18	1,08	11,4	19,3	16,15	3 100	2 030	0,18	0,10	136,3	— 5,0	— 2,8	14,2	28 35	42,6			
— 5,4		8,5	8,35	8,23	1,15	1,05	11,41	19,87	16,19	4 200	2 089	0,18	0,10	136,2	— 5,0	— 2,85	14,8	48 15	43			
— 5		8,5	8,35	8,23	1,15	1,05	11,43	19,9	16,2	5 460	2 115	0,18	0,10	135,5	— 5,0	— 2,80	15,0	11 07 20	42,8			
— 5,2		8,53	8,37	8,25	1,08	0,98	11,41	19,97	16,36	6 800	255	0,18	0,10	135,0	— 5,0	— 2,75	15,1	—	42,6			
— 4,65		8,4	8,2	8,08	1,08	0,98	11,45	19,79	16,21	8 200	300	0,18	0,10	134,0	— 4,95	— 2,70	15,2	26 35	43,0			
— 4,4		8,4	8,2	8,08	1,1	1,00	11,43	19,61	16,18	9 430	262	0,18	0,10	135,2	— 4,95	— 2,60	15,0	45 40	42,9			
— 4,55		8,3	8,2	8,08	1,1	1,00	11,42	19,45	16,15	71 000	435	0,18	0,10	136,6	— 4,95	— 2,6	15,0	12 05 10	—			
— 4,45		8,38	8,18	8,06	1,13	1,03	11,42	19,55	16,2	2 000	500	0,18	0,10	136,0	— 4,65	— 2,7	14,0	—	—			
— 4,4		8,35	8,18	8,06	1,13	1,03	11,41	19,4	16,16	3 570	583	0,18	0,10	136,0	— 4,95	— 2,80	14,0	25 10	—			
— 4,6		8,3	8,08	7,96	1,2	1,10	11,41	19,38	15,95	4 620	639	0,18	0,10	136,0	— 5,0	— 2,80	13,2	45 05	42,8			
— 5,4		8,2	8	7,88	1,2	1,10	11,41	19,2	16,1	6 040	715	0,18	0,10	136,2	— 5,0	— 2,80	13,0	1 05 00	—			
— 5,6		8,1	7,9	7,78	1,1	1,00	11,42	19,21	16,19	7 130	775	0,18	0,10	136,3	— 5,05	— 2,80	14,0	24 10	—			
— 4,2		7,9	7,8	7,68	1,08	0,98	11,43	19,23	16,05	8 450	849	0,18	0,10	136,2	— 5,05	— 2,80	14,0	—	—			
— 4,1		8	7,8	7,68	1,2	1,10	11,42	19,15	15,90	9 580	912	0,18	0,10	136,0	— 5,0	— 2,80	13,5	44 00	42,5			
— 4,6		8,1	7,8	7,68	1,25	1,15	11,41	19,6	16,50	80 480	973	0,18	0,10	136,8	— 4,8	— 2,6	13,2	—	—			
— 5,85		8,1	7,9	7,78	1,3	1,20	11,45	19,8	16,35	2 130	303,8	0,18	0,10	136,8	— 4,9	— 2,9	9,3	2 02 35	—			
—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,18	0,10	137	— 5,0	— 2,8	10,3	23 40	—			
— 5		8,3	—	8,0	—	1,05	11,42	19,51	16,18	5 062	26 800	—	0,10	135,9	— 4,972	— 2,92	13,68	153 k.	42,8			

mètre, la course du piston 100 millimètres, avec 42,8 tours à la minute. En admettant un rendement volumétrique de 90 p. 100, très acceptable avec ces petites pompes, à faible vitesse et à grands diamètres, le débit est de 1 470 litres à l'heure. La solution ammoniacale riche se composait de 55,19 parties d'eau et 44,81 parties de gaz ammoniac, d'un poids spécifique de 0,855 à 22°,2. Le poids du liquide élevé par la pompe était donc de $1\,470 \times 0,855 = 1\,257$ kilogr. La solution ammoniacale pauvre avait un poids spécifique de 0,925 à 17°.

La composition d'une solution ammoniacale aussi concentrée, qui ne peut exister à la température de 22°,2 que sous une pression de 1,05 atmosphères, n'était pas connue, elle fut déterminée par *M. Mohr*.

Il utilisa à cet effet un ballon taré, rempli au tiers d'eau et pesé à nouveau. Au moyen d'un tube plongeur, on ajouta environ la moitié de la solution à haute teneur, de façon à obtenir une solution stable à l'air, dont on put alors déterminer la composition. Des essais répétés fournirent tous le résultat indiqué plus haut. La solution ammoniacale pauvre, de densité 0,925 à 17°, se composait de 80 parties d'eau et 20 parties

de gaz ammoniac. Par conséquent, aux 1257 kilogrammes de solution concentrée sortant de l'absorbeur par heure, correspondent 867 kilogrammes de solution faible qui y entrent. La différence : 390 kilogrammes, représente le poids du gaz ammoniac qui vient du vaporisateur.

La solution faible entre dans l'absorbeur à la température de 17° , et s'échauffe de $5^{\circ},2$. En prenant pour chaleur spécifique 1,05, l'absorption de chaleur est de $867 \times 5,2 \times 1,05 = 4734$ calories.

La circulation d'eau froide dans l'absorbeur atteint $\frac{107\,200}{4} = 26\,800$ litres par heure, avec une élévation de température de $16,18 - 11,42 = 4^{\circ},76$; la chaleur absorbée par l'eau froide et par la solution faible a donc été de $26\,800 \times 4,76 + 4734 = 132\,302$ calories. Les 390 kilogrammes de gaz ammoniac entrèrent avec une température de -3° et absorbèrent, en admettant 0,5 comme chaleur spécifique,

$$390 + 0,5 (22,2 + 5) = 5,304 \text{ calories.}$$

La perte de chaleur de l'absorbeur par l'air environnant a été calculée égale à 4374 calories d'après les données suivantes : la température de l'air était de $21^{\circ},65$, et celles de l'absorbeur : $47^{\circ},5$ au dôme, 47° au milieu du corps supérieur, 38° pour le second corps, 35° pour le troisième et 25° pour le dernier.

La surface extérieure du dôme s'élevait à $2^{\text{m}^2},14$, celle de chaque corps y compris les tubes chauds, à $4^{\text{m}^2},4$. En prenant 14 comme coefficient de transmission de la chaleur, il vient

$$2,14 + 14 (47,5 - 21,65) + 4,4 + 14 [(47 - 21,65) + (38 - 21,65) + (35 - 21,65) + (25 - 21,65)] = 4,374 \text{ cal.}$$

La chaleur totale dégagée dans l'absorbeur par la dissolution du gaz ammoniac s'élève donc à :

$$132\,302 + 5\,304 + 4\,374 = 141\,980 \text{ calories.}$$

soit, par kilogramme :

$$\frac{141\,980}{390} = 363 \text{ calories.}$$

Les chiffres ci-dessus sont plus élevés que ne le comporte la chaleur de volatilisation de l'ammoniaque, cela tient à ce que les 390 kilogrammes de gaz ammoniac contiennent de l'eau entraînée mécaniquement. En effet, l'ammoniaque liquéfiée dans le condenseur contient 13,2 p. 100 d'eau.

La chaleur éliminée du condenseur par les 26 800 litres provenant de l'absorbeur, s'est élevée à $26\,800 (19,51 - 16,18) = 89\,244$ calories; en outre, les 5 062 litres-heure d'eau fraîche ont éliminé $5,062 (19,51 - 11,42) = 40\,951$ calories, soit, en tout, 130 195 calories. Le gain de chaleur provenant de l'air extérieur étant évalué à 1 700 calories en chiffres ronds, il reste 128 495 calories provenant du gaz et de la dissolution. De ce chiffre, les 867 kilogrammes de solution pauvre qui traversent un serpentin réfrigérant contenu dans le condenseur enlèvent : $1,05 \times 867 (27 - 17) = 9\,104$ calories. Il reste donc finalement $128\,495 - 9\,104 = 119\,391$ calories employées pour le refroidissement et la liquéfaction du gaz ammoniac. Le refroidissement des gaz chauds de $71^{\circ},7$, à la température de liquéfaction, d'environ 22° , nécessite $390 \times 0,5 (71,7 - 22) = 9\,692$ calories : le refroidissement de l'ammoniaque liquide de 22° à 16° (température à la sortie du condenseur), $390 \times 1,23 (22 - 16) = 2\,878$ calories, en tout 12 570 calories. La condensation du gaz met donc en liberté

$119 + 391 - 12570 = 106821$ calories, soit $\frac{106821}{390} = 272$ calories par kilogramme ou en tenant compte de l'erreur indiquée à la fin de la formation de chaleur : $\frac{106821 + 5551}{390} = 288$ calories. Il n'est pas tenu compte, ici, de ce fait que les vapeurs d'ammoniaque sont mélangées de vapeur d'eau.

Dans le bouilleur sont entrés 1257 kilogrammes d'ammoniaque concentrée, à la température de $67^{\circ},65$; ils furent portés à $90^{\circ},4$, de sorte qu'en prenant 1,1 comme chaleur spécifique, la quantité de chaleur nécessaire a été $1257 \times 1,1 (90,4 - 67,65) = 31456$ calories. De plus, les 390 kilogrammes de gaz qui se dégagent de la chaudière à la température de $71^{\circ},7$ cèdent à la solution riche $390 (90,4 - 71,7) 0,5 = 3646$ calories, de sorte que le chauffage de la solution riche nécessite $31456 + 3646 = 35102$ calories.

La perte de chaleur par rayonnement dans l'air ambiant à $21^{\circ},65$ du bouilleur y compris le sécheur de gaz et les tubes accessoires, comprend pour : $15^{m^2},5$ de surface isolée (coefficient = 3) :

$$15,5 \left(\frac{90,4 + 71,7}{2} - 21,65 \right) 3 = 2761 \text{ cal.}$$

$7^{m^2},44$ de surface non isolée (coefficient = 14) :

$$7,44 \left(\frac{90,4 + 71,7}{2} - 21,65 \right) 14 = 6187 \text{ cal.}$$

Ensemble. . . . 8948 cal.

La quantité de chaleur apportée à la chaudière par la vapeur s'est élevée, d'après le calcul du début, à 176070 calories. Pour le dégagement du gaz de sa solution, on a employé

$$176070 - (35102 + 8948) = 132020 \text{ calories.}$$

ou

$$\frac{132020}{390} = 338 \text{ cal. par kilog.}$$

Le bilan thermique des chaleurs en jeu se présente donc comme il suit :

A. — CHALEUR APPORTÉE

Réfrigération.	97957 calories.
Vapeur de la chaudière.	176070 —
Rayonnement dans le vaporisateur, tubes froids, travail de la pompe à eau salée.	3100 —
Pompe à ammoniaque.	382 —
Rayonnement dans le condenseur.	1700 —
	<u>279209 —</u>

B. — CHALEUR ENLEVÉE

Eau de réfrigération de l'absorbeur.	127568 —
Eau de réfrigération du condenseur.	130195 —
Rayonnement de l'absorbeur dans l'air.	4374 —
Rayonnement de la chaudière dans l'air.	8949 —
Rayonnement de l'échangeur et des tubes.	2572 —
	<u>27365 —</u>

BALANCE

A. Chaleur apportée.	279 209 calories.
B. Chaleur enlevée.	273 658 —
Erreur.	5 551 —

Cette erreur, relativement faible, tient sans doute à ce fait que, le condenseur n'étant pas muni d'agitateur, la température de sortie de l'eau de réfrigération n'était pas constante. Des différences de 0°,5 ont été observées; la température moyenne adoptée n'était donc pas rigoureusement exacte. Si la température de sortie était élevée seulement de 1/5 de degré, ce qui peut correspondre à la réalité, l'erreur disparaîtrait.

Ces recherches, effectuées pour la première fois sur une telle échelle, à propos d'une machine à absorption, montrent leurs avantages et permettent de juger les perfectionnements qu'il faut leur apporter. Une machine de ce type, actuellement en construction, d'une puissance frigorifique de 300 000 calories-heure, fait espérer un rendement de 420 calories, au lieu de 348 calories par kilogramme de vapeur.

Lorsqu'il s'agit de produire de la glace avec une machine de cette puissance, les constructeurs garantissent une production de 20 kilogrammes de glace avec 1 kilogramme de charbon à 7 500 calories de pouvoir calorifique. Dans ce cas, la vapeur d'échappement de la petite machine qui actionne l'agitateur, la pompe à ammoniac, etc., est utilisée pour le chauffage de la chaudière.

TRAVAUX DU COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 13 JUIN 1905

MM. Livache et Bérard font part au Comité des objections soulevées à la Commission du *Bulletin* au sujet de l'emploi d'initiales dans la rédaction des procès-verbaux. On a demandé que les noms soient donnés complètement ou complètement supprimés.

M. Le Chatelier rappelle que, dans le premier procès-verbal qu'il avait rédigé, il avait mis, en effet, les noms *in extenso*, mais ils ont dû être supprimés sur les observations de la Commission du *Bulletin*. Il ne voit aucune objection à revenir à l'ancien état de choses. Le Comité se range à cet avis.

M. Le Chatelier donne communication au Comité d'une lettre de MM. J. et A. Pavin de Lafarge du Teil, envoyant à la Société d'Encouragement, pour être mise à la disposition du Comité des Arts chimiques, une subvention de 500 francs, dans le but de concourir aux recherches sur les ciments et sur les éléments de la construction des fours. Cette somme doit s'ajouter à celles qui ont été votées par le Conseil, pour contribuer au développement des recherches entreprises.

M. Livache lit un rapport sur l'appareil à dessécher le sang et la viande, de M. Donard; les conclusions de ce rapport sont adoptées.

M. Livache lit un rapport sur des demandes de secours relatives à la fondation Fauler. L'une d'elles concerne un ouvrier des usines de M. Petitpont qui a déjà reçu un secours l'année précédente sur la même fondation. Malgré la décision antérieure du Comité des Arts chimiques : de ne pas renouveler ces secours et les transformer ainsi en véritables pensions, le rapporteur propose d'accorder, cette année encore, le secours demandé. Il a déjà été annoncé à l'intéressé et, d'autre part, M. Petitpont est le successeur de l'auteur de la donation faite à la Société.

Les conclusions du rapport sont adoptées.

M. Livache transmet au Conseil, de la part de M. Boulanger, des remerciements pour les secours attribués dans la région du Nord à des ouvriers malheureux de la tannerie, et communique un certain nombre de coupures de journaux dans lesquels on mentionne l'intervention de la Société.

M. Vogt annonce que le volume résumant les recherches relatives à la céra-

mique, faites sous le patronage de la Société d'Encouragement, va être envoyé à l'impression. On peut espérer l'avoir pour le mois d'octobre, à la reprise des travaux de la Société.

M. Garçon se préoccupe, comme il l'a fait dans plusieurs de ses notes antérieures, de citer tout ce qui paraît d'important sur la *fixation de l'azote atmosphérique*. Il signale aujourd'hui un travail très intéressant paru dans le dernier numéro du journal de l'American Chemical Society sur la fixation de l'azote par les bactéries des nodules des légumineuses.

Un membre insiste sur l'intérêt économique très grand que peut présenter la fixation directe de l'azote par les plantes cultivées. On serait arrivé, aux États-Unis, à la suite d'études faites dans les stations agricoles, si remarquablement organisées de ce pays, à préciser les conditions de conservation des microbes fixateurs d'azote en les déposant sur du coton et les y desséchant. On peut ainsi les conserver avec leur activité première pendant près d'une année. On envoie ces préparations dans les fermes où elles sont introduites dans des liquides de culture appropriés qui servent ensuite à l'arrosage des champs.

M. Garçon, pour répondre au désir qui lui a été exprimé, s'occupe de réunir les éléments d'une *note sur le tantale*, métal dont l'importance industrielle semble devoir se développer en raison de son application à la construction des lampes à incandescence. Une publication récente donne une nomenclature très complète des gisements de ce métal dans les différents pays. Son abondance est bien plus grande qu'on ne l'aurait supposé.

Un membre signale à cette occasion, dans *Zeitschrift für Electrochemie*, XI, 45 (1905), un mémoire très remarquable de M. le docteur Werner de Bolton, chimiste de MM. Siemens et Halske, qui a décrit les propriétés chimiques du métal ainsi que les procédés d'extraction actuellement employés. On entreprendrait d'ailleurs, en ce moment, l'exploitation de certains gisements français. Dans le même ordre d'idées, un membre mentionne les tentatives faites en ce moment pour utiliser le zirconium; son carbure servirait pour l'éclairage par lampe à arc et le métal pour l'éclairage par incandescence.

M. Le Chatelier signale des expériences récentes d'un ingénieur suédois, M. Braune, sur le *rôle de l'azote dans le fer*. Ce métalloïde aurait une influence plus nuisible encore que celle du phosphore et serait la principale cause de fragilité des aciers doux. Sa fixation sur le fer ne se produirait pas par combinaison directe du métal avec l'azote de l'air, il faudrait l'intervention de laitier basique. Les métaux préparés par le procédé Thomas Gilchrist sont plus azotés que les anciens aciers fabriqués par le procédé acide; cela expliquerait l'infériorité de qualité qu'on leur attribue généralement.

M. Guillet signale un *perfectionnement relatif aux méthodes d'analyses*, qui pourra sembler insignifiant à première vue, mais qui présente en réalité

une importance pratique très grande : c'est l'emploi des électrodes rotatives dans le dosage du cuivre par le procédé électrolytique. On pourrait ainsi arriver à faire des dosages du cuivre en un quart d'heure, ce qui présente un très grand intérêt pour la fabrication des alliages de ce métal en permettant de régler exactement leur composition avant la coulée. Il sait que l'on étudie en ce moment cette question à la Sorbonne au laboratoire de M. Riban. Il serait intéressant d'appeler sur ce sujet l'attention des lecteurs du *Bulletin*.

Un membre croit savoir que M. Hollard, directeur du laboratoire de la Société des métaux, vient de déposer une thèse où ce procédé est étudié. On pourrait lui demander un extrait de son travail.

M. Guillet a obtenu par la *trempe des bronzes*, et en particulier des bronzes d'aluminium, des résultats particulièrement remarquables. Il a pu élever la résistance de certains bronzes d'aluminium du commerce jusqu'à 45 kilos, et leur allongement jusqu'à 75 p. 100. Contrairement à ce qui arrive dans des cas semblables, la ténacité et l'allongement varient dans le même sens. Il signale également quelques faits intéressants relatifs aux laitons spéciaux. Presque tous ces laitons dérivent du laiton forgeable à chaud $\text{Cu} = 60$, $\text{Zn} = 40$, dans lequel une partie du zinc est remplacée par des quantités équivalentes d'étain, d'aluminium, de fer ou de manganèse. On obtient ainsi des alliages qui possèdent à la fois des propriétés dépendant de leur composition réelle, c'est-à-dire de leur teneur actuelle en cuivre et en même temps de leur titre fictif, c'est-à-dire de la teneur en cuivre d'un alliage qui renfermerait des quantités de zinc équivalentes à celles des autres métaux. On peut ainsi conserver à ces alliages une très grande malléabilité à froid avec la faculté de se forger à chaud. Les additions de petites quantités de nickel sont particulièrement avantageuses à ce point de vue.

M. Le Chatelier signale les résultats intéressants auxquels on est arrivé récemment au sujet de la *soudure de l'aluminium*. Par l'emploi d'un fondant convenable, on peut réaliser une soudure autogène de l'aluminium au-dessous de son point de fusion, exactement comme on soude le fer sur lui-même en le découpant avec du sable ou du borax. On évite ainsi complètement l'inconvénient des soudures faites avec des métaux étrangers qui accélèrent énormément l'attaque de l'aluminium au contact des liquides ou de l'humidité atmosphérique.

Un membre du Comité a eu l'occasion d'assister à des essais industriels faits par ce procédé, les résultats en sont extrêmement intéressants.

Le Secrétaire du Comité des Arts chimiques,

H. LE CHATELIER.

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU MARDI 11 JUILLET 1905

M. Livache présente au Comité un très important mémoire de M. Boulanger relatif à ses *études sur les cuirs*. Le Comité émet le vœu que ce mémoire et le mémoire précédemment envoyé sur le même sujet par M. Boulanger soient imprimés ensemble en un seul volume en dehors du *Bulletin*.

M. Guillet fait au Comité un compte rendu sommaire de l'Exposition de Liège. Il donne des détails sur la partie métallurgique, très développée, et regrette que l'industrie chimique proprement dite n'ait été que trop incomplètement représentée pour mériter une mention spéciale. Ce compte rendu est publié ci-après.

M. Le Chatelier fait au Comité un compte rendu du Congrès International de la Métallurgie à Liège et insiste sur l'excellent accueil que les ingénieurs français ont rencontré auprès de leurs collègues belges. Ce rapport est également publié ci-après.

Il signale, à cette occasion, l'organisation très intéressante du Bureau commercial de l'Exposition qui met à la disposition des visiteurs tous les documents techniques de nature à les intéresser. Il y aurait peut-être lieu d'envoyer à ce bureau commercial la collection des *Bulletins* de la Société parus depuis le commencement de l'année, le volume des alliages et celui de la fragilité, en demandant au directeur du Bureau de vouloir bien les mettre à la disposition des visiteurs sur les tables où un grand nombre de publications similaires françaises et étrangères sont déjà déposées. Cette proposition est appuyée par le Comité.

Un membre signale la découverte récente en Lorraine d'une couche de houille de 2^m,65. C'est là un fait d'une très grande importance pour l'industrie déjà si prospère de cette région de la France.

Le Secrétaire du Comité,

H. LE CHATELIER.

COMPTE RENDU DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA MÉTALLURGIE DE LIÈGE
par **M. H. Le Chatelier.**

Les quatre Congrès des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée, institués à l'occasion de l'Exposition de Liège, ont été un

véritable succès, qui a de beaucoup dépassé l'attente de leurs organisateurs. On avait réuni simultanément les quatre congrès dans la crainte de n'avoir pas un nombre suffisant d'adhérents. On n'en espérait pas plus de 400 au total, il y en a eu environ 1 500. L'impression des volumes renfermant les communications présentées aux séances avait été faite au triple du chiffre jugé nécessaire et il n'a pas été possible d'en remettre à tous les adhérents. Un banquet de 1 200 couverts offert par l'Union des charbonnages n'a pas suffi non plus pour donner place à tout le monde.

De l'avis unanime, parmi ces congrès, le plus important a été celui de la Métallurgie, tant par l'importance des sujets traités et l'intérêt des discussions que par la qualité des personnes qui y ont pris part. On y rencontrait des représentants des principales usines métallurgiques belges et françaises, quelques ingénieurs anglais et allemands et des professeurs de métallurgie des principales écoles d'Europe, Berlin, Leoben, Liège, Paris, etc.

Il peut être intéressant de chercher à se rendre compte des raisons de ce succès imprévu. Il semble qu'il est dû en grande partie à ce que l'organisation de ce congrès a été confiée à des industriels, c'est-à-dire à des hommes habitués à l'action dans un but déterminé et sachant ne pas dépenser leurs efforts dans une agitation stérile. Le président du Congrès de la Métallurgie était M. Greiner, directeur des célèbres établissements Cockerill à Seraing, le secrétaire était M. Renson, directeur technique des aciéries d'Angleur. L'activité déployée par ce dernier, et le souvenir qu'avait laissé, depuis le Congrès des méthodes d'essais de 1900, la façon remarquable dont M. Greiner avait présidé quelques-unes de ses séances ont certainement contribué à rendre plus nombreuses les adhésions.

Comme il arrive dans tous les Congrès de cette nature, les communications ont présenté une importance inégale. On se contentera de signaler ici les faits nouveaux qui se sont fait jour.

M. Hennebutte a préconisé un nouveau procédé pour augmenter la dureté des coques en mêlant à la houille certaines matières agglomérantes. Le coke que les matières organiques laissent sous l'action de la chaleur varie comme quantité et comme dureté avec la composition chimique de ces matières. Le goudron, par exemple, ne laisse que très peu de résidu ; il se volatilise à peu près complètement sous l'action de la chaleur, et ne convient donc pas pour augmenter la dureté du coke ; la mélasse au contraire laisse un abondant dépôt de charbon de sucre très cohérent, dont l'action agglutinante est très efficace. M. Hennebutte est arrivé, par une oxydation ménagée des goudrons, à préparer un corps qui possède des propriétés analogues à celles de la mélasse tout en coûtant moins cher. Son prix de revient est cependant encore assez élevé et en limite les emplois, mais les expériences faites à Cockerill et à Ougrée ont donné des résultats extrêmement satisfaisants quant à la qualité du coke obtenu.

Avec une addition de 2 à 3 p. 100 de cette matière, on peut utiliser pour la fabrication du coke des charbons relativement pauvres en matières volatiles. Il serait très intéressant de chercher dans cette voie d'autres composés jouissant des mêmes propriétés et dont le prix de revient serait plus faible.

M. Hadfield a rendu compte des expériences qu'il a poursuivies, en collaboration avec M. Dewar, sur les propriétés des métaux refroidis à la température de l'air liquide, -180° . La plupart des alliages du fer deviennent complètement fragiles à ces basses températures. Les aciers au nickel, seuls, conservent leur malléabilité. Il y a là une indication très intéressante au point de vue pratique. L'emploi de petites quantités de nickel dans les aciers semble devoir être très favorable pour les métaux destinés à être employés à de basses températures.

On a demandé à M. Hadfield de vouloir bien continuer ses recherches en étudiant l'influence des différents traitements thermiques auxquels le métal a été soumis, comme il l'avait fait pour la composition chimique. Différentes expériences semblent en effet indiquer que les aciers ordinaires au carbone ayant subi la double trempe perdent moins rapidement leur malléabilité aux basses températures. Il serait très intéressant de voir si, jusqu'à -180° cette propriété se conserve.

Une communication de M. Lodin sur le procédé Gayley a donné lieu à une très intéressante discussion, de laquelle il est résulté que l'effet utile du refroidissement de l'air pour enlever la vapeur d'eau est beaucoup plus d'ordre chimique que d'ordre physique. Les économies annoncées ne tendraient pas à une meilleure utilisation de la chaleur, mais bien, comme M. H. Le Chatelier l'avait signalé, à une moindre sulfuration du métal, ce qui permet indirectement de réduire les dépenses de combustible, sans diminuer la qualité de la fonte. Des expériences très précises, confirmant cette façon de voir, ont été présentées par les ingénieurs du Creusot qui étudient depuis plusieurs années déjà cette importante question.

Des conversations échangées il semble résulter qu'une demi-douzaine au moins d'établissements métallurgiques sont dès à présent décidés à tenter l'essai du procédé Gayley, en France, en Belgique, en Angleterre, en Allemagne et dans le Luxembourg. Dans ces conditions, on sera certainement assez rapidement fixé sur la valeur de cette invention.

Des renseignements fournis de divers côtés sur l'emploi des fours électriques dans la fabrication de l'acier ont montré que l'emploi de cette méthode de travail semble devoir se généraliser très rapidement. En France, on monterait actuellement plusieurs installations pour la fabrication de l'acier électrique. Aux États-Unis, des installations plus importantes encore seraient en préparation. Enfin, le gouvernement du Canada aurait décidé de faire les frais de la mise en expérience du procédé Héroult pour la réduction des minerais de fer.

La Société l'Oxyhydrique a présenté un très ingénieux procédé pour *couper le fer par l'emploi de l'oxygène*. Le métal chauffé au rouge naissant par le chalumeau oxyhydrique est attaqué par un jet d'oxygène sous pression qui brûle le métal en donnant de l'oxyde de fer fondu qui s'écoule, laissant derrière lui une fente très mince, n'atteignant pas 2 millimètres pour des tôles de 5 millimètres d'épaisseur. On arriverait par ce procédé à couper les lingots de 50 et même 100 millimètres d'épaisseur, mais alors d'une façon un peu moins régulière. Les expériences faites devant les membres du Congrès ont très brillamment réussi.

Notre collègue, M. Guillet, a présenté au Congrès un résumé de ses études sur les aciers spéciaux. Cette communication a eu un très grand succès. Tous les lecteurs de notre *Bulletin* ont suivi, au fur et à mesure de leurs publications, ces intéressantes études, mais elles semblent avoir échappé à un certain nombre de métallurgistes étrangers, pour lesquels elles ont été une véritable révélation. Ils y ont trouvé de suite l'explication des insuccès répétés auxquels s'étaient butés quelques-uns d'entre eux dans la fabrication des aciers au nickel.

M. Pierrard, direction des Construction navales en Belgique, a donné quelques indications sur les heureux résultats auxquels on est arrivé aux usines Cockerill par *l'application de la double trempe aux arbres des machines marines*. Le point de départ de ces études a été fourni par les communications faites à ce sujet au Congrès de 1900 à Paris. Mais, sur ce point encore, nous avons pu constater que l'on était incomplètement renseigné en Belgique sur les études faites en France. Certains desiderata ont été exprimés à l'occasion de cette communication, auxquels la publication de notre volume sur la fragilité de l'acier avait par avance donné complète satisfaction.

Voici, pour terminer, la liste complète des communications faites au Congrès de la Métallurgie :

HENNEBUTTE. — Utilisation des charbons pauvres en matières agglutinantes pour la fabrication du coke.

BIAN. — Épuration des gaz de haut fourneau.

DELVILLE. — Influence du titane et de l'arsenic sur les fontes et les aciers.

DE SCHWARZ. — Ciments de laitier.

WEDDING. — Emploi du laitier de haut fourneau à la fabrication du mortier hydraulique.

ACKER. — Nouveaux procédés de fabrication d'acier sur sole.

DAELEN. — Moyens d'empêcher la retassure des lingots d'acier.

GUILLET. — Les aciers spéciaux.

GIN. — La fabrication électrique de l'acier.

PITAVAL. — Le four électrique en métallurgie.

CREPLET. — L'électricité appliquée aux trains de laminoirs.

PIERRARD. — La double trempe des grosses pièces de machines en acier forgé.

LE CHATELIER. — Technique de la métallographie microscopique.

LE CHATELIER. — Examen métallographique des fers, aciers et fontes.

SPIREK. — Le four Cermak-Spirek pour calcination, séchage et grillage des minerais.

SPIREK. — Appareil de chargement supprimant tout dégagement de gaz délétères.

HADFIELD. — Effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages.

JOTTRAND. — Le coupage des métaux par l'oxygène.

LODIN. — De l'emploi de l'air sec dans la fabrication de la fonte.

VON EHRENWERTH. — De l'enrichissement des gaz pauvres et de la séparation de l'oxygène de l'air.

COMPTE RENDU SOMMAIRE DE L'EXPOSITION DE LIÈGE, par M. Guillet.

Nous ferons un tableau rapide de l'Exposition de Liège au point de vue métallurgique et chimique.

Grosse métallurgie. — Les pièces finies importantes sont très nombreuses dans l'Exposition. Il faut citer tout d'abord un arbre forgé de 50 mètres de longueur et d'un diamètre d'environ 350 millimètres, exposé par les établissements Cockerill, deux rails de 100 mètres exposés par les Aciéries d'Ougrée-Maribay; de très nombreuses pièces importantes en acier moulé, notamment des cylindres de moteurs à gaz.

La Société Cockerill expose tous les modèles de hauts fourneaux qu'elle a successivement utilisés, ce qui constitue un historique intéressant. Dans la section suédoise, l'exposition de Sandwïck renferme de très intéressants produits dont les dernières passes de laminage ont été faites à froid, notamment une bande de 1331 mètres de longueur, 60 millimètres de largeur, et 0^{mm},03 d'épaisseur.

Aciers spéciaux. — La plupart des aciers spéciaux exposés sont déjà connus. Il faut cependant une mention toute spéciale pour l'acier N Y, créé par la Société de Commentry-Fourchambault, et exposé par M. Caplain-Berger. Cet acier donne recuit : R = 50 kilos, E = 40, A p. 100 = 20 et, trempé à l'eau *sans revenu* : R = 133 kilos, E = 120, A p. 100 = 10 et, au choc : 8 kilogrammètres.

L'exposition de M. Caplain-Berger renferme de nombreuses pièces d'automobiles et des plaques paraboliques éprouvées en ce métal. Dans quelques expositions d'automobiles, on trouve des échantillons d'aciers spéciaux, avec leurs constantes mécaniques et même leurs micrographies.

A signaler aussi l'exposition de la firme Armstrong Witworth, avec importantes machines-outils fonctionnant avec aciers à coupe rapide.

Enfin l'Exposition renferme un grand nombre de tubes en acier au nickel renfermant surtout de 25 à 36 p. 100 Ni.

Électro-métallurgie. — L'Exposition de Liège est particulièrement intéressante au point de vue de l'application de l'électricité à la sidérurgie; il faut noter cependant que les seules expositions électro-métallurgiques se trouvent dans les sections française et suédoise.

Les usines de la Praz ont exposé, avec un modèle réduit du four Héroult, la collection complète de leurs produits, depuis l'acier extra-doux jusqu'aux aciers à outils, et cela en gros lingots, démontrant bien que le procédé est industriel.

La Société Électro-métallurgique d'Albertville a une très belle exposition d'alliages ferro-métalliques, avec leurs micrographies, ferro-siliciums, ferro-manganèses, ferro-chromes, ferro-tungstènes, ferro-molybdènes, ferro-titanes. A signaler spécialement du ferro-vanadium très peu carburé et un bel échantillon de cupro-vanadium.

MM. Keller et Leleu exposent également des alliages ferro-métalliques et de la fonte électro-thermique.

Enfin, les usines suédoises de Gysinge présentent une série d'aciers au carbone préparés dans leur four électrique.

Produits métallurgiques autres que les produits sidérurgiques. — L'industrie du cuivre et de ses alliages est fort bien représentée à l'Exposition de Liège.

La Compagnie des métaux, la Société de Biache Saint-Waast, les usines de Dives ont fait des expositions d'une importance considérable et qui se distinguent particulièrement par l'abondance de grosses pièces : tôles, calottes, plaques de foyer, etc.

La Société Métallurgique de la Bonneville a réuni les résultats des recherches sur les laitons spéciaux qui ont été publiées dans la *Revue de Métallurgie*.

Dans la section belge, la Société anonyme des usines de cuivre et de zinc a fait une exposition qui ne le cède en rien à celles des grandes marques françaises. Elle expose des tôles de cuivre et de laitons de dimensions importantes, ayant 6 mètres de large, 3 mètres de longueur, et pesant jusqu'à 2500 kilos. Comme nouveauté, il faut signaler des plaques de foyers de locomotive en cuivre-nickel (Cu = 80, Ni = 20) que l'on commence à essayer dans nos compagnies de chemins de fer.

Les anciens établissements Montefiore, si connus par leurs recherches sur les bronzes phosphoreux, exposent toute la série de leurs produits, mais elle ne semble contenir aucun alliage spécial nouveau.

Les laitons spéciaux, connus en France sous le nom de bronzes malléables de la marine, sont très nombreux. Certains échantillons accusent des résistances qui

vont jusqu'à 65 kilos avec 8 à 10 p. 100 d'allongement. Les types les plus courants donnent : $R = 40$ à 45, $E = 18$ à 22, $A \text{ p. } 100 = 30$ à 40.

A signaler enfin une exposition de laitons au vanadium de M. Herenschmidt.

Mais l'une des principales nouveautés métallurgiques se trouve surtout dans l'exposition de la Société française de Métallurgie.

Cette société fabrique les barres, tubes, profilés les plus complexes, par compression à froid dans une filière de forme spéciale. A l'heure actuelle, son procédé s'applique au cuivre, au laiton, au zinc, à l'aluminium, au nickel et même, je crois, au maillechort. A l'Exposition de Liège, les industries chimiques ne présentent qu'un intérêt fort restreint.

Les établissements Solvay ont un pavillon séparé devant les grands Halls, mais qui n'est pas encore terminé.

Une société de soie artificielle se trouve dans le même cas.

Quelques maisons françaises ont exposé surtout des produits pharmaceutiques; dans la section électro-chimique, on rencontre les produits déjà connus, soude, chlorate, etc. A signaler cependant à la Société française d'électro-chimie les peroxydes de M. Jaubert et de l'hydruide de calcium.

Au point de vue laboratoire, la section allemande présente plusieurs appareils pour l'analyse électrolytique avec cathode rotative.

Enfin la Société *l'Oxyhydrique* a une exposition particulièrement intéressante, elle y fait la démonstration de l'emploi de l'oxygène pour couper les métaux, dont il a été question au Congrès.

BIBLIOGRAPHIE

JUGES ET CONSULS, par M. Victor Legrand, ancien président du tribunal de commerce de la Seine.

Dès l'antiquité et au moyen âge, les litiges commerciaux furent soumis à une juridiction spéciale, distincte de la justice ordinaire. Il en fut ainsi à Athènes et à Rome. On voit, au moyen âge, des tribunaux ou des juges créés dans les principaux centres commerciaux, notamment dans les foires, pour statuer en matière commerciale et maritime. Les titres donnés à ces tribunaux et à ces juges, de même que les règles de la procédure, étaient très variables; mais partout et à toute époque, le législateur s'était inspiré de la nécessité de procurer au commerce une justice prompte, économique et compétente, dégagée des formalités, des lenteurs et surtout des frais qu'entraînait la justice ordinaire.

A quelle époque précise furent constitués en France ces tribunaux de commerce? C'est une question assez difficile à résoudre. On cite, à partir du XI^e siècle, de nombreux documents, édits, lettres royales, attestant une sollicitude constante pour les intérêts d'une bonne justice commerciale. Après avoir énuméré ces documents, M. Victor Legrand conclut à représenter l'Édit de 1563, signé par le roi Charles IX, sur la proposition du chancelier de l'Hospital, comme étant le point de départ d'une organisation à peu près complète, uniforme pour tout le royaume, de la justice commerciale. Il montre en outre comment la loi votée en 1790 par l'Assemblée constituante, ainsi que les lois et décrets qui se sont succédé depuis cette époque, ont perfectionné pour certains détails, mais ont respecté, dans leur principe, la législation dont les bases ont été posées en 1563.

Rien de plus intéressant que cet historique des tribunaux consulaires, dont les destinées se rattachent aux événements les plus considérables et qui reflètent en quelque sorte le mouvement du commerce et de la navigation aux diverses époques, à la faveur des progrès accomplis dans les communications intérieures et internationales.

M. Victor Legrand a présidé avec une rare distinction le Tribunal de commerce de la Seine en 1900 et 1901. Il a pu puiser aux meilleures sources pour cette publication, qui est pour ainsi dire un legs de sa présidence. Ajoutons qu'il y a joint comme annexes la reproduction très artistique des jetons et médailles concernant les Chambres de commerce et une liste, remontant à 1564, de tous les juges qui ont siégé au Tribunal de commerce de la Seine (1).

C. L.

(1) M. Victor Legrand a été élu en 1901 membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale (Comité du commerce). Son livre *Juges et Consuls* se trouve à la bibliothèque de la Société.

Das Vorkommen der seltenen Erden, im Mineralreiche, par le docteur JOHANNES SCHILLING (n° 12 861 de notre bibliothèque). R. Oldenbourg, Munich et Berlin, 1904.

La chimie des terres rares, confinée autrefois dans le laboratoire du savant, intéresse maintenant tous les techniciens, depuis que ces éléments ont trouvé des emplois industriels si importants : l'incandescence par le gaz, éclairage électrique, actions catalytiques.

Il manquait une vue d'ensemble sur la provenance de ces terres ; le chimiste, le minéralogiste, aussi bien que l'industriel ne pouvaient s'orienter qu'à grand'peine dans les œuvres très dispersées traitant de ces questions.

L'ouvrage du docteur Johannes Schilling nous donne un aperçu de tous les minéraux qui contiennent, en plus ou moins grande quantité, des terres rares.

L'étude de chaque espèce minérale comprend un exposé bibliographique aussi complet que possible.

Leçons sur le froid industriel, par L. MARCHIS (n° 12 864 de notre bibliothèque). Paris, V^e Ch. Dunod.

Depuis que M. L. Marchis occupe la chaire de physique à la Faculté des sciences de Bordeaux, il publie régulièrement les leçons de son cours, auquel il a donné, avec tant de raison, une orientation industrielle. C'est ainsi que nous avons eu de lui successivement des leçons sur les *moteurs à gaz et à pétrole*, sur les *machines à vapeur*, sur les *méthodes de mesures industrielles des courants continus*, sur la *navigation aérienne*. Nous avons présenté très longuement les dernières à nos lecteurs ; les qualités d'exposition et de documentation se retrouvent dans les présentes, à un degré aussi éminent. Sans insister autrement, nous pouvons donc nous borner à donner, de ces belles leçons, la Table des matières.

Après une très intéressante introduction historique sur le développement de l'industrie frigorifique, les chapitres successifs sont consacrés à l'étude des machines frigorifiques à gaz liquéfiés, aux compresseurs, aux condenseurs ou liquéfacteurs et aux réfrigérants ou évaporateurs, au refroidissement des liquides, et ses applications à la laiterie et à la brasserie, à l'entrepôt frigorifique : matières isolantes, construction du magasin frigorifique, modes de réfrigération des chambres ; aux transports frigorifiques : wagons et navires ; à la fabrication de la glace ; à la conservation par le froid de la viande et du poisson, des fruits et des légumes, du lait, du beurre et du fromage, des œufs.

L'ouvrage de M. Marchis est indispensable à tous ceux qui s'occupent des industries frigorifiques.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUILLET 1905

Supplément au Catalogue de la bibliothèque de la Société nationale d'Horticulture, classé par G. GIBAULT. ¹

1900-1905. 26,5 × 17, iv-39 pages, Paris, imprimerie de la Cour d'appel, 1905.

12875.

FRITSCH (J.). — Fabrication et raffinage des huiles végétales. 14 × 23, xv-593 pages, 83 figures, Paris, H. Desforges, 1905.

12879.

DEMANGEON (ALBERT). — La plaine Picarde. Picardie, Artois, Cambrésis, Beauvaisis, Étude de géographie sur les plaines de craie du Nord de la France. 25 × 14, 496 pages, 42 figures, 17 planches, 3 cartes, Paris, Armand Colin, 1905.

12880.

HATON DE LA Goupillière. — Cours d'exploitation des mines. 3^e édition, par JEAN BÈS DE BERG. 25 × 16, xv-1002 pages, 663 figures, Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

12881.

PAROF GEORGES G. — Hygiène et sécurité du travail industriel, 25,5 × 16, viii-632 pages, 402 figures, Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

12883.

SABATIER (PAUL) et SENDERENS (J.-B.). — Nouvelles méthodes générales d'hydrogénation et de dédoublement moléculaire basées sur l'emploi des métaux divisés, 22,5 × 14, 172 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

12884.

BRONN (J.). — Verflüssigtes Ammoniak als Lösungsmittel, 21 × 13,3, xii-252 pages, 18 figures, Berlin, Julius Springer, 1905.

12885.

PAYET (J.). — Trois jours à l'Exposition internationale du gaz, Londres 1904. Rapport (Société technique de l'industrie du gaz en France). 24 × 15,5 100 pages, figures, 10 planches, Paris, P. Mouillot, 1905.

12888.

De M. CH. LALLEMAND :

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Nivellement général de la France.**

Instructions préparées par le Comité du nivellement pour les opérations sur le terrain. Paris, Baudry et C^{ie}, 1889.

Répertoire graphique définissant les emplacements et altitudes des repères.

Réseau fondamental. Opérations effectuées pendant les campagnes de 1884 à 1892. 3 volumes, Nantes, 1901.

Réseau de deuxième ordre. Lignes comprises dans les polygones, A, B, C, E, F', G, G', H, K, K', I, I', J, J', M, P', O, R, R', S, T, T', U, U', V, V', W, X', Y, Z', de premier ordre. 30 brochures, Paris, Imprimerie Nationale.

Réseau de troisième et quatrième ordres. Lignes comprises dans les zones de premier ordre ou polygones, A, B, C', G, G' (2 fasc.), H, H' (2 fasc.) J, L (2 fasc.), N (2 fasc.), W (2 fasc.). 16 brochures.

Mailles de troisième ordre. 38 brochures.

GOULIER (C. M.). — **Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision**, revues, annotées et accompagnées d'une **Étude sur les variations de longueur des mires**, par CHARLES LALLEMAND. Paris, Imprimerie Nationale, 1898.

LALLEMAND (CH.). — **Rapport général sur les nivellements de précision exécutés dans les cinq parties du monde... et en France de 1901 à 1903**. Leyte, 1904.

LALLEMAND (CH.). — **Le nivellement général de la France** (ex *Annales des Mines*). Paris, V^e Ch. Dunod, 1899.

LALLEMAND (CH.). — Le médiarémètre. L'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique. 2 mémoires (ex *Rivista di Topografia*, 1896 et 1897).

De M. A. TRUELLE :

De l'évaporation du jeune bois des pommes à cidre pendant l'hiver 1899. La valeur commerciale des fruits à cidre, des cidres et des poirés en Angleterre depuis le XVIII^e siècle jusqu'à nos jours, 1900 (ex *le Cidre et le Poiré*).

La limitation raisonnée des variétés de fruits de presseoir, pommes et poires. La cidrerie coopérative. Note sur la sélection des variétés de fruits à cidre basée sur la détermination de leur valeur réelle (ex *Société nationale d'Agriculture*).

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — *Situation financière des départements en 1902*. Dix-huitième publication. **Pér. 135.**

ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES. — *Portefeuille des travaux de vacances des élèves. Années 1902, 1903 et 1904.* **Pér. 230.**

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet. Nouvelle série, tome 99^e, première partie. Paris, Imprimerie Nationale, 1903. **Pér. 119.**

SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE. *Mémoires*, tome CXLI. Paris, Philippe Renouard, 1903. **Pér. 28.**

DIRECTION DU TRAVAIL. — *Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1904.* Paris, Imprimerie Nationale, 1905. **Pér. 205.**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Juin au 15 Juillet 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colo-
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining En-	rantes.
gineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
des chemins de fer.	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
Industry (London).	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
Sciences.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	la métallurgie.
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électri-
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	ciens (Bulletin).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de
(Philadelphie).	France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher
letin).	Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	Ingenieure und Architekten-
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	Vereins.

Tome 107. — Juillet 1905.

66

AGRICULTURE

- Baudets du Poitou*. *Ap.* 15 Juin, 760.
- Bétail**. Phosphate de chaux et l'alimentation. Forme de phosphate assimilable (Grandeau). *Ap.* 15, 22, 29 Juin, 736, 790, 820.
- Alimentation, manutention et laboratoire de recherches de la Compagnie générale des voitures à Paris. *Ap.* 13 Juillet, 38.
- Beurre de coco*, détermination de sa pureté (Milliau). *CR.* 26 Juin, 1702.
- Campagnols*. (Destruction des). *Ag.* 17 Juin, 934. *INA.* Mai, 378, 400.
- Cannes* (Culture des). *Ap.* 15 Juin, 758.
- Cheval de service*. Alimentation. *Ap.* 6 Juillet, 9.
- Café* (Un ennemi du) au Tonkin. Le xylotre-chus du bambou sec (Boutan). *CR.* 19 Juin, 1654.
- Carotte* (Insectes de la). *Ap.* 6 Juillet, 16.
- Choux*. Pourriture bactérienne. *Ag.* 24 Juin, 970.
- Cidres du Calvados*. *Ag.* 8 Juillet, 50.
- Engrais**. Superphosphates. Acidité libre (Schucht). *ZaC.* 30 Juin, 1020.
- Transports par chemins de fer. *SNA.* Mai, 438.
- Eau du sol* (Leather). *SA.* 23 Juin, 838.
- Fromages*. Action de l'oidium lactis sur la maturation (Mazé). *CR.* 13 Juin, 1612.
- Haricot Chevrien* (zone du). *Ap.* 13 Juillet, 42.
- Irrigations en Égypte*. *E.* 16 Juin, 739.
- Java* (Culture à) (Serre). *SNA.* Mai, 430.
- Laiterie** modèle du passage à niveau de Cernay. *Ag.* 17 Juin, 940.
- Lait en poudre. *Ap.* 22 Juin, 794.
- Moha*. Plante fourragère. *Ap.* 13 Juillet, 45.
- Pommes de terre*. Traitement de la maladie. *Ap.* 29 Juin, 821.
- Vigne**. Culture superficielle. Essais de Narbonne. *Ap.* 6 Juillet, 14.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** de Kayes au Niger. Revue de génie militaire. *Mai*, 381.
- de l'Inde. *E'*. 30 Juin, 652.
- français en 1904. Dépenses et produits nets. *Ef.* 15 Juillet, 83.
- du sud de l'Afrique. *E'*, 7 Juillet, 4.

- Chemins de fer** de Risboroug-Grendon. *E'*. 14 Juillet, 43.
- métropolitain de Paris. *Ac.* Juin, 86. *Juillet*, 98.
- elevated de Chicago. Réduction des bruits. *Rgc.* *Juillet*, 77.
- électriques. (Économie des) (Barker). *E.* 14 Juillet, 45.
- — La Valteline. *EE.* 24 Juin, 434. 1^{er} *Juillet*, 487.
- — Divers (Nichtammer). *VDI.* 1^{er}, 13 *Juillet*, 1068, 1153.
- — Paris-Juvisy. *Re.* 30 Juin, 353.
- — Locomotive monophasée Westinghouse. *E.* 7 *Janv.*, 25.
- Automotrices** à vapeur Ganz. *E'*. 16 Juin, 607.
- anglaises. *Rgc.* *Juillet*, 97.
- Double traction** (La). (Maison). *Rgc.* *Juillet*, 3.
- Locomotives** du Great Western (Rous Marten). *E'*. 16 Juin, 594; 7 *Juillet*, 1.
- à l'exposition de Saint-Louis. *Dp.* 17 *Juin*, 369; *VDI.* 1^{er} *Juillet*, 1081.
- à l'exposition de Liège. *E'*. 23 *Juin*, 615; 7, 14 *Juillet*, 17, 30.
- Compound 4 cylindres de l'Orléans. *Pm.* *Juin*, *Juillet*, 82, 98. du P.L.M. *Ri.* 1^{er} *Juillet*, 254.
- du chemin de fer de ceinture. *E'*. 7 *Juillet*, 8.
- à surchauffe sur l'État belge (Flamme). *Ri.* 23 *Juin*, 801.
- Voie de 1^m Nord Central Argentin. *E.* 14 *Juillet*, 44.
- Spissumètre* pour bandages. *Joly.* *Bam.* *Juin*, 680.
- Transbordeur électrique*. *Bam.* *Juin*, 675.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles** et la poussière. *E'*. 16 *Juin*, 595.
- Omnibus de Londres. *E'*. 14 *Juillet*, 45.
- à pétrole. Humber Beeston. *Va.* 17 *Juin*, 376.
- — Rykmeld. *E.* 7 *Juillet*, 12.
- — Moteurs divers. *Ri.* 24 *Juin*, 241; 1^{er} *Juillet*, 253.
- électrique à trolley Schiemann. *Dp.* 7 *Juillet*, 420.
- Antidérapant Michelin. *Va.* 1^{er} *Juillet*, 410.
- Compteur de vitesse Shultze. *Va.* 8 *Juillet*, 422.
- Direction. *AMA.* 24 *Juin*, 780.

Automobiles. Pneus. Leviers de montage Michelin. *Va.* 8 *Juillet*, 419.

— Résistance de l'air. *Va.* 8 *Juillet*, 425.

Tramways. Freinage à air comprimé. *Rgc.* *Juillet*, 88.

— électriques en France. Résultats. *Ri.* 17 *Juin*, 237.

— Monophasée Latour. *EE.* 24 *Juin*, 447 de la Thomson française. *Ie.* 25 *Juin*, 269.

— Moteurs à courants alternatifs (Steinmetz). *Rc.* 30 *Juin*, 371.

— Emploi des voitures de remorque (Pavie). *Id.* 372.

— Freins pour (Scholtz). (*Id.*) 372.

— Petit matériel. *Ie.* 25 *Juin*, 266.

— Roues dentées pour. *Rc.* 30 *Juin*, 373.

Locomotives routières Mann. *E'*. 14 *Juillet*, 42.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Aluminium. Nouvelle modification isomérique de l'hydrate d' (Tommasi). *RCp.* 9 *Juillet*, 246.

Alcools. Chimie [du Whisky (Schidrowitz et Kaye)]. *Cs.* 15 *Juin*, 585.

Amidon artificiel. Rétrogradation et saccharification (Roux). *ScP.* 5 *Juillet*, 784.

— Identité des produits hydrolytiques des amidons de différentes origines (Ford et Guthrie). *Cs.* *Juin*, 605.

Azote. Poids atomique véritable (Hinrichs). *CR.* 13 *Juin*, 1590.

Ammoniaque. Synthèse directe (Perman). *CN.* 23 *Juin*, 283.

Brasserie. Divers. *Cs.* 15, 30 *Juin*, 630, 683.

— Fermentation de l'orge (Baker). *IoB.* *Juin*, 372.

Calorimètre à hydrogène liquide et à air (Dewar). *RSL.* 10 *Juillet*, 325.

Céramique. Le Kaolin. *Eam.* 8 *Juin*, 1079.

— Divers. *Cs.* 5 *Juin*, 620.

— Produits réfractaires et divers. *Rdm.* *Juillet*, 389.

— Couleurs vitrifiables plombées inoffensives au point de vue de la loi allemande (Birdel). *Ms.* *Juillet*, 528.

— Pierres de sable et de chaux. (Fabrication) (Stoch). *Ms.* *Juillet*, 534.

Congrès de chimie appliquée à Berlin (Etienne). *Em.* 1905, 317. *RCp.* 9 *Juillet*, 241.

Chaux et ciments. Portland et scories de déphosphoration (Klehe). *ZaC.* 16 *Juin*, 933.

— Ciment Portland. Aux États-Unis (Roux) et progrès de son industrie (Candelot). *IC.* *Mai*, 700, 723.

— Action de l'eau de mer. Travaux de la commission allemande. *Le Ciment.* *Juin*, 84.

— Adhérence des mortiers au fer. *Le Ciment.* *Juin*, 92.

Chlorure d'aluminium. Combinaison avec l'oxychlorure de carbone (Baud). *CR.* 26 *Juin*, 1688.

Chlore. Poids atomique (Dixon). *RsL.* 23 *Juin*, 250.

Densités de l'acide carbonique, du gaz ammoniac et du protoxyde d'azote (Grüye et Pintra). *CR.* 3 *Juillet*, 51.

Diamant. Production artificielle (Combes). *Ms.* *Juillet*, 492.

— Carbure de silicium riche en carbone, ressemblant au diamant (Frank) (*Id.*), 496.

Égouts. Cribles automatiques (Smith). *E.* 30 *Juin*, 832.

Équilibre dans les systèmes $TiNO^2-KNO^3...$ (Van Eyk). *CN.* 30 *Juin*, 295.

Empois de fécule. Constitution, saccharification et rétrogradation (Maquenne et Roux). *ScP.* 20 *Juin*, 723.

Eau. Stérilisateur Otto, par l'ozone. *RCp.* 25 *Juin*, 225.

Eau oxygénée. Préparation par le perborate de soude. *Gc.* 17 *Juin*, 112.

Explosifs. Divers. *Cs.* 15 *Juin*, 635.

— Effets des fulminants dans les détonateurs industriels (Schmerber). *Em.* 1905, 449.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 15-30 *Juin*, 634, 686.

Fluor. Action sur les composés oxygénés de l'azote (Moissan et Lebeau). *CR.* 13 *Juin*, 1573.

— Fluorure d'azotyle (Moissan et Leblanc). *CR.* 19 *Juin*, 1621.

Fer-blanc. Extraction de l'étain des déchets. *Ri.* 24 *Juin*, 248.

Gomme laque (Pyrolise dela) (Etard et Wallée). *CR.* 13 *Juin*, 1603.

Groupements cristallins (Friedel). *Em.* 1905, 479.

- Gaz d'éclairage.* Compensateur Dupoy pour compteurs. *Ri.* 10 *Juillet*, 275.
- Hydrures saturés* des métalloïdes des trois premières familles (de Forcrand). *ACP.* *Juillet*, 289.
- Isolants réfractaires* aux hautes températures (Hutton et Beard). *E.* 14 *Juillet*, 64.
- Laboratoire.** Dosage du soufre dans les minerais de fer (Graham). *Fi.* *Juin*, 441.
- iodométrique du cuivre. *Eam.* 8 *Juin*, 1103.
 - du carbone et du phosphore dans l'acier. *RdM.* *Juillet*, 349, 357.
 - du silicium (*Id.*), 357.
 - du sucre par la dissolution de Fehling. *CN.* 30 *Juin*, 299.
 - des sulfites par l'iode (Ashley). *American journal of Science.* *Juillet*, 13.
 - du silicium dans les ferrosiliciums à haute teneur (Jaboulay). *RCp.* 9 *Juillet*, 245.
 - Voltamètre à titrage iodométrique (Kreider). *American journal of Science.* *Juillet*, 1.
 - Brûleurs Meker pour hautes températures. *Rt.* 10 *Mai*, 369.
 - Manipulation des précipités (Cooch). *American journal of Science.* *Juillet*, 11.
 - Métallographie microscopique technique (de la) (Le Chatelier). *RdM.* *Juillet*, 528.
 - Essais d'or (Tables d') (Holland). *MM.* *Juin*, 525.
- Laines.* Action des lessives alcalines sur la résistance des (Mathews). *Cs.* 30 *Juin*, 659.
- Levure.* Autophagie de la (Effront). *Ms.* *Juillet*, 485.
- Lait.* Cryoscopie du (Lajoux). *Pc.* 16 *Juin*, 577.
- (Recherche de l'ammoniaque dans le). Caractérisation de sa pureté (Trillat et Santon). *ScP.* 20 *Juin*, 719.
- Matière.* Théorie nouvelle (Balfour). *Revue scientifique.* 1^{er} *Juillet*, 7.
- Mercure.* Formiates de (Varet). *CR.* 19 *Juin*, 1641.
- Néodyme.* Thermochemie du (Matignon). *CR.* 3 *Juillet*, 53.
- Nitrocelluloses.* Essais des (Escalaes). *Zac.* 16 *Juin*, 940.
- Optique.** Convention optique de 1905. *E.* 16 *Juin*, 764.
- Spectrochimie, progrès (Bruhl). *Nature.* 15 *Juin*, 158.
- Oxyferrocyanures* (les) (Chrétien). *CR.* 3 *Juillet*, 37.
- Photographie.* Action du peroxyde d'hydrogène dans l'obscurité sur les plaques photographiques (Otsuki). *Cs.* 15 *Juin*, 575.
- Influence de la durée du développement sur le degré de noirceur des plaques (Otsuki) (*Id.*), 583.
 - Théorie de la (Shepard). *RSL.* 23 *Juin*, 217.
- Résines et vernis.* Divers. *Cs.* 30 *Juin*, 684.
- Radio-activité* du thorium (Sackur). *CN.* 16 *Juin*, 271.
- Proportion du radium et de l'uranium dans les minerais radio-actifs (Rutherford). *American Journal of Science.* *Juillet*, 55.
 - Propriétés diverses du radium. *EE.* 1^{er} *Juillet*, 498.
 - Minerais radio-actifs (Strutt). *RSL.* 10 *Juillet*, 312.
- Silice graphitique* et siloxion (Analyse) (Spielmann). *Cs.* 30 *Juin*, 654.
- Soufre.* Préparation au lac Charles, Louisiane (Lunga). *ZaC.* 30 *Juin*, 1009.
- Combustion dans la bombe calorimétrique (Giran). *CR.* 26 *Juin*, 1704.
- Sulfate ferrique basique* (Recoura). *CR.* 29 *Juin*, 1634.
- Sucrerie.* Progrès en 1904. *ZaC.* 16 *Juin*, 929.
- Influence du sucre interverti sur le dosage du sucre cristallisable au point de vue du rendement en sucre raffiné (Carimentrand). *SCP.* 5 *Juillet*, 793.
 - Divers. *Cs.* 15 *Juin*, 629.
- Surchauffage* des dissolutions chauffées à ciel ouvert (Steel). *Cs.* 16 *Juin*, 607.
- Tartrates métalliques.* Solubilité. *ScP.* 5 *Juillet*, 747.
- Teinture.** Système Thoen. *Et.* 15 *Juin*, 234.
- Progrès en 1903-1904 (Wahl). *Ms.* *Juillet*, 498.
 - Couleurs nouvelles. *MC.* 1^{er} *Juillet*, 194.
 - Cuve de teinturerie à bascule Durando. *It.* 15 *Juin*, 237.

Teinture. Matières colorantes azoïques, dérivées de l'AR tétrahydro-a-naph-talamine (Morgan et Richards). *Cs.* 30 Juin 632.

— Divers. *Cs.* 16-30 Juin, 613, 615, 668.
— Blanchissage et apprêt du linge (Verrefel). *MC.* 1^{er} Juillet, 190.

— Fixation par impression des colorants sulfurés à l'aide de l'hydrosulfite formaldéhyde (Favre). *Sc. Mars*, 104.
— Applications du sulfate de cuivre en teinture (Graebing). *MC.* 1^{er} Juillet, 183.

— Action des enlevages sur couleurs azoïques au moyen de l'hydrosulfite Z ou NF (Kœchlin) (*Id.*), 110.

— Rongeants colorés à l'hyposulfite formaldéhyde (Zundel). *SiM. Mars*, 111-114.

— Mordantage de la soie (Hurnst). *MC.* 1^{er} Juillet, 187.

— Enlevages colorés sur rouge Para et analogues (Jeanmarie) (*Id.*), 121.

Terbium et composés (Portratz). *CN.* 7 Juillet, 3.

Thallium. Tartrates de (Herbette). *CR.* 19 Juin, 1649.

Thermométrie. Détermination des très basses températures par le couple thermo-électrique (Dewar). *RSL.* 10 Juillet, 316.

Thorium. Séparation de l'yttrium et du cerium (Giles). *CN.* 7 Juillet, 1.

— Thorianites. Minerai de Ceylan. *RSL.* 10 Juillet, 233.

Verre. Altérabilité. Détermination électrolytique (Haber et Schwenke). *Ms.* Juillet, 533.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Algérie. Statistique financière en 1903. *SL.* Mai, 516.

Angleterre. Mouvement des prix. *SL.* Mai, 538.

Associations coopératives agricoles dans les Alpes-Maritimes. *Rso.* 16 Juin, 909.

Commerce des principaux pays. *SL.* Mai, 524.

Chine et l'étalon d'or. *Ef.* 15 Juillet, 87.

Devoir social et formation sociale du patron (Cheysson). *Rso.* Juillet, 48.

Éducation physique en France et en Belgique (Tessié). *Revue scientifique*, 17 Juin, 744.

Enseignement technique (I') (Kennedy). *E.* Juillet, 19, 27.

Enfants chétifs. Colonies de vacances (Blondel). *Rso.* 16 Juin, 960.

États-Unis. Hausse des salaires. *Ef.* 24 Juin, 903.

— Récents scandales publics. *Ef.* 13 Juillet, 83.

— Exportations en machines, etc., comparées à celles des autres pays. *EM.* Juillet, 508.

France. Loi sur les patentes du 19 avril 1903. *SL.* Mai, 461.

— Familles françaises et les carrières commerciales et industrielles. *Rso.* Juillet, 13.

— Situation financière des communes en 1904 (*Id.*). 486 et 1^{er} Juillet, 1.

— Bourse du travail de Paris. *Ef.* 1^{er} Juillet, 9.

— Caisses régionales de crédit agricole mutuel en 1904 (*Id.*), 501.

— Course au 4^e milliard. *Ef.* 15 Juillet, 81.

— Budget de la Ville de Paris pour 1903 (*Id.*), 312.

— Commerçants et industriels en France. *Rso.* Juillet, 67, 108.

— Assistance obligatoire et le Sénat. *Ef.* 17 Juin, 861.

— Le péril national et le débordement des dépenses parasites. *Ef.* 8 Juillet, 41.

— Grèves agricoles du Midi. *Rso.* 16 Juin, 917.

— Conditions de la vie en France. *Ef.* 24 Juin, 903.

Impôt sur le revenu en Prusse. *Ef.* 8 Juillet, 31.

Japon. État économique. *E.* 14 Juillet, 32.

Intérêts collectifs des ouvriers dans la grande industrie. Représentation collective. *Ef.* 17 Juin, 866.

— Laine (hausse des prix). *Ef.* 8 Juillet, 43.

Norvège (la). *Ef.* 1^{er} Juillet, 7.

Peste dans l'Inde (Creighton). *SA.* 16 Juin, 810.

Postes. Union postale universelle. Résultats financiers en 1903. *SL.* Mai, 526.

Russie. Exercice 1904. *SL.* Mai, 342.

Salaire minimum et journée de huit heures dans les houillères britanniques. *Ef.* 8 Juillet, 43.
Sibérie (la). D'après des documents anglais. *Ef.* 17 Juin, 863. *E.* 30 Juin, 827.
Sucre. Consommation et prix dans les principaux pays. *SL.* Mai, 525.
Suède (la). *Ef.* 8 Juillet, 49.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Barrages en maçonnerie. Distribution des efforts de cisaillement (Unwin). *E.* 30 Juin, 825, 847, 7-14 Juillet, 10, 35, 44.
Colonnes. Résistance des (Lilly). *E.* 14 Juillet, CR.
Cheminées d'usine. Peinture des. *Ac.* Juin, 94.
 — En ciment armé. *Gm.* Juin, 465.
Ciment armé en Belgique (Noaillon). *E.* 24 Juin, 817, 2.
 — Effet de dilatation. *Le Ciment.* Juin, 81.
Constructions ignifuges. Essais de la commission anglaise. *E.* 30 Juin, 827.
 — Isolantes. *Ap.* 13 Juillet, 47.
Hangars économiques. *Cof.* *Ac.* Juin, 93.
Crampons pour revêtements de murs. *Ac.* Juillet, 411.
Lever de plans photo-topographique. Delahu et Massart. *Ac.* Juillet, 113.
Ponts. Bascule Sherzersur la Swale. *E.* 16 Juin, 762.
 — Systèmes Vierendel a Avelghen. *Gc.* 17 Juin, 108. Tarron. *Gm.* Juin, 445.
 — Treskow à Berlin. *VDI.* 15 Juillet, 1141.
 — A travées solidaires, calcul (Gerard). *Ru.* Mai, 117.
 — de Vauxhall. *E'*. 30 Juin, 641.
 — de Victoria Falls. Zambèze. *E.* 7 Juillet, 1.
Poutres droites et courbes fléchies debout (calcul). (Vandeuren). *Ru.* Mai, 138.
Tachygraphe. Reich. *ZOI.* 16, 23 Juin, 357, 369.
Routes. Abatage de la poussière. *Gc.* 24 Juin, 121.
 — Rouleau à pétrole. Barford et Perkins. *E'*. 30 Juin, 648.
Tunnels de Chicago. *E'*. 14 Juillet, 32.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs. Bijur. *Re.* 15 Juin, 336.
Bobines d'induction. Interrupteurs Carpentier. *Re.* 30 Juin, 334.

Câbles torsadés. Échauffement des (Mie). *EE.* 24 Juin, 469.
Condensateurs industriels Moscuki. *Ie.* 10 Juin, 255.
Convertisseur rotatif en cascade de la Compagnie générale électrique de Nancy. *Ee.* 10 juillet, 500.
Courants alternatifs quelconques: étude géométrique (Swyngedawn). *Sie.* Juin, 445.
Distribution. Lignes à haute tension, sécurité des installations. *Ie.* 10 Juin, 247.
 — Amortissement dans les circuits oscillants contenant un condensateur et un citateur (Drude). *EE.* 17 Juin, 411.
 — Influence de l'arc sur les phénomènes oscillatoires des réseaux (Blondel). *EE.* 17 Juin, 401.
 — Tableaux de distribution à haute tension. *Elé.* 8, 13 Juillet, 19, 39.
 — Charges admissibles dans les câbles simples à courants continus (Kath). *EE.* 24 Juin, 465.
Dynamos. Turbo-dynamos (Dalemont). *EE.* 17 Juin, 415.
 — Rosenberg. *EE.* 1^{er} Juillet, 499.
 — Alternateurs. Méthode d'essai Hobart et Punga. *EE.* 17 Juin, 424.
 — mono et polyphasés (Rezelmann). *Re.* 15 Juin, 324.
 — Pôles de commutation dans les dynamos continues (Pohl). *EE.* 5 Juillet, 26.
 — Flux magnétique dans les armatures dentées (Hele Shaw Hay et Powell). *Re.* 15 Juin, 331.
 — Moteurs série; nouveau mode de connexion Ham. *EE.* 17 Juin, 427.
Disjoncteur tripolaire à minima. *Ee.* 25 Juin, 273.
 — Automatique de la Société Gramme. *Elé.* 1^{er} Juillet, 1.
Éclairage. Arc au mercure, répartition du potentiel (Pollak). *EE.* 17 Juin, 422.
 Arc chantant (l') (Blondel). *CR.* 26 Juin, 1680.
 — Incandescence. Au tantale. Essais. *Ie.* 25 Juin, 271.
 — Lampe au mercure photogénique Hareus. *La Nature.* 15 Juillet, 104.
Électro-chimie. Fours électriques à tube de carbone chauffé (Hutton et Patterson). *CN.* 16, 23 Juin, 272, 283.

- Electro-chimie.** Nouveau type de four électrique et détermination du point de fusion du platine (Harker). *CN.* 23 *Juin*, 287. *RSL.* 23 *Juin*, 235.
- Fer électrolytique (Skrabal). *Re.* 15 *Juin*, 342; préparation nouvelle (Maximowitch) (*id.*), 343.
 - Electrolyse par courant alternatif (Brochet et Petit). *ACP.* *Juillet*, 307.
 - Divers. *Cs.* 15-30 *Juin*. 624, 678.
- Electrotechnie.** Tendances et recherches actuelles (Janet). *EE.* 5 *Juillet*, 39.
- Elément au charbon :** Un couple au gaz tonnant (Haber et Bruner). *Re.* 30 *Juin*, 363.
- Fusibles** pour basses tensions. *Elé.* 1^{er} *Juillet*, 9.
- Hystérésis** des substances magnétiques placées dans des champs tournants. *Ié.* 10 *Juillet*, 293.
- Induction,** pouvoir inducteur spécifique des métaux (Broca). *CR.* 26 *Juin*, 1677.
- Interrupteur** à mercure automoteur Gaiffe. *Elé.* 8 *Juillet*, 17.
- Magnétisme.** Propriétés magnétiques d'alliages sans fer (Fleming et Hadfield). *RSL.* 10 *Juillet*, 271.
- Mesures.** Electrodynamomètre les (Bruger). *Re.* 15 *Juin*, 347.
- Valeur du couple exercé entre les bobines des électromètres absolus. *Ié.* 10 *Juin*, 245.
 - des coefficients d'aimantation (Mislou). *CR.* 26 *Juin*, 1683.
 - Des constantes magnétiques, appareil Curie et Chénévau. *EE.* 5 *Juillet*, 37.
 - Essais des compteurs. *E.* 16 *Juin*, 602.
 - Galvanomètre à bobine mobile White. Amortisseur Einthoven. *EE.* 5 *Juillet*, 36, 37.
 - Etalonnage des ondomètres (Drude). *EE.* 24 *Juin*, 475.
 - Kummetre Fleming, mesurant les longueurs d'onde le long d'une hélice. *EE.* 5 *Juillet*, 30.
 - Oscillographe enregistreur Cromplon. *Elé.* 15 *Juillet*, 34.
 - Pont de Wheatstone à arcades Carpentier. *Elé.* 24 *Juin*, 386.
 - Mesure de la résistance électrique des rails et de leurs joints. *Elé.* 17 *Juin*, 375.
- Parafoudres.** Montage des. Emploi des bobines de self induction. *EE.* 25 *Juin*, 273.
- Redresseur automatique** Fleming. *EE.* 24 *Juin*, 465.
- Stations centrales,** de Manille. *Elé.* 17 *Juin*, 369.
- de Yorkes. *E.* 23 *Juin*, 619.
- Survolteurs,** emploi comme réducteurs pour l'alimentation d'un réseau de traction et d'un réseau d'éclairage (Jacobi). *Re.* 30 *Juin*, 369.
- Télégraphie** sous-marine, mesure de la capacité des longs câbles (Devaux Charbonnel). *CR.* 13 *Juin*, 1582. *Sie.* *Juin*, 431.
- Sans fils. Mesures de (Taylor). *E.* 16 *Juin*, 785.
 - Etudes de la (Mosler). *EE.* 5 *Juillet*, 34.
 - Recherche sur la résonance dans les circuits oscillants de la télégraphie sans fils (Pierce). *EE.* 17 *Juin*, 429.
 - Appareil télémechanique sans fil de ligne (Branly). *CR.* 26 *Juin*, 1676.
- Téléphonie.** Le monophone. *Re.* 15 *Juin*, 321.
- Exploitation des réseaux téléphoniques (Webb). *Elé.* 1^{er}, 8 *Juillet*, 4-25.
 - Appareils téléphoniques et télégraphiques reliés à des lignes aériennes. *Ié.* 25 *Juin*, 279.
- Transformateurs.** Etablissement du régime (Johann). *Sie.* *Juin*, 469.
- Tesla, construction rationnelle. 8 *Juillet*, 5.
 - Au mercure Steinmetz. *EE.* 5 *Juillet*, 28.
- Transmission** triphasée à 30 000 volts. Expériences à Oerlikon. *EE.* 24 *Juin*, 441.
- 1^{er} *Juillet*, 481.
 - à 40 000 volts. Gromo-Nembro Lombardie. *Ge.* 8-15 *Juillet*, 153, 181.
 - 35 000 volts de Rournillon (Isère). *Ié.* 10 *Juillet*, 295.

HYDRAULIQUE

- Forces hydrauliques.** Economie industrielle et législation (Cote). *IC.* *Mai*, 637.
- Pompes** nouvelles (Mueller). *VDI.* 17 *Juin*, 981.
- Wakefield. *E.* 14 *Juillet*, 46.
 - double Gutner. *Ri.* 15 *Juillet*, 276.
 - à incendie du continent. *E.* 23 *Juin*, 792.

Pompes. Centrifuges électriques Allen. *E.* 30 *Juin*, 836.

- Emploi dans les ports et canaux, dragues, etc. (Rousselet). *Bam.* *Juin*, 563.
- fonctionnement des soupapes libres (Klein). *RM.* *Juin*, 558.

Turbines d'Innsbruck. *VDI.* 17 *Juin*, 989.

- Diverses (Flamant). *RM.* *Juin*, 539.
- Théorie (Neumann). *Dp.* 8 *Juillet*, 417.

MARINE, NAVIGATION

Ascenseurs pour canaux. Concours de la Mol-dau. *ZOI.* 30 *Juin*, 381.

Appontement de Lome, Afrique occidentale. *Gc.* 13 *Juillet*, 177.

Bateau glissant Lambert. *Ln.* 17 *Juin*, 33.

- du London County Council. *E.* 16 *Juin*, 779.
- Enregistreur des vibrations. *Gc.* 24 *Juin*, 131.

Canaux prussiens. *E.* 14 *Juillet*, 53.

Machines marines. Triple expansion Humphrys-Tennant. *Ri.* 13 *Juillet*, 274.

- turbines Parsons; paquebot Vaking. *E.* 30 *Juin*, 838.
- Régulateur Mathieson. *E'.* 7 *Juillet*, 19.

Marine de guerre. Bataille de Tsushima. *E.* 16-23 *Juin*, 776, 804.

- Anglaise. Sous-marins Classe A. *E'.* 16-23 *Juin*, 599, 601, 627.
- — Croiseur Forsight. Essais. *E.* 14 *Juillet*, 57.
- — Achille. *E'.* 23 *Juin*, 629.
- — Progrès des navires de guerre en Angleterre. *E'.* 30 *Juin*, 643.
- — Scout Pathfinder. *E.* 30 *Juin*, 848.
- Japonaise. Torpilleur Sasanam. *E'.* 23 *Juin*, 631.
- — Cuirassé Kalon. *E.* 30 *Juin*, 829; *E'.* 7 *Juillet*, 7.
- Française. Croiseur Gambetta. *E'.* 7 *Juillet*, 9.
- — Perte du Farfadet. *E'.* 14 *Juillet*, 42.
- Contre-torpilleurs (les). *E.* 23 *Juin*, 815.

Mississippi. Contrôle et navigabilité (Meerten). *Fi.* *Juin*, 423.

Nil. Navigation du. *E'.* 13 *Juillet*, 28.

Ports de St-Nazaire. Nouvelle entrée. *Ac.* *Juin*, 82.

Renflouement de la drague Walter Bibby. *E.* 14 *Juillet*, 41.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Arbres de transmission. Calcul graphique. *AMa.* 8 *Juillet*, 827.

Aviation. Vol à voile, théorie et imitation (Barin). *Revue Scientifique.* 17-24 *Juin*, 737, 772.

- Dirigeable Lebaudy (Juliot). *IC.* *Mai*, 754; *Va.* 13 *Juillet*, 542.

Chaudières. Marine Elbes. *E'.* 30 *Juin*, 656.

- Accumulateurs de vapeur Babcox Wilcox. *Ri.* 24 *Juin*, 243.
- Foyer Billaud. *Ri.* 24 *Juin*, 242.
- — à gaz de fours à coke. *Eam.* 22 *Juin*, 1180.
- Surchauffe : chaleur spécifique de la vapeur surchauffée (Peake). *RSL.* 28 *Juin*, 183.
- Tuyauterie. Brides Lovekin. *AMa.* 24 *Juin*, 764.

Courroies. Transmission par. *Dp.* 24-30 *Juin*, 392, 406.

Compresseurs. Fonctionnement thermique. *VDI.* 8 *Juillet*, 1101.

- Valves des. *EM.* *Juillet*, 531.
- Reavel. *E.* 14 *Juillet*, 38.

Écrou. Rondelle Woolley. *E'.* 23 *Juin*, 632.

Embrayage à friction. Calcul. *AMa.* 13 *Juillet*, 859.

Fondations isolantes pour machines Anthoni-Prache. *Ri.* 7 *Juillet*, 263.

Froid. Production des très basses températures. *E'.* 16 *Juin*, 590.

Graisseries Dettmar. *VDI.* 13 *Juillet*, 1161.

Imprimerie. Linotype Stringer. *E'.* 16 *Juin*, 606.

Indicateurs Mac Enner-Dobbie. *Ri.* 8 *Juillet*, 266.

Laboratoires de mécanique de l'École des mines de Paris. *AM.* *Avril*, 371.

- de l'École technique de Dresde *Gc.* 1^{er} *Juillet*, 142.
- du Conservatoire des Arts et Métiers (Pérot). *IC.* *Mai*, 738.

Levage. Basculeur pour wagons Pohlig. *Gc.* 24 *Juin*, 126.

- Grue roulante électrique de 10 tonnes Gilain. *E.* 30 *Juin*, 828.
- Cabestan à vapeur de 25 tonnes de la Sandycroft Foundry. *E'.* 7 *Juillet*, 16.
- Conveyeur à chaînes. *E'.* 7 *Juillet*, 20.
- Manutention des charbons à la station

- électrique du métropolitain de Londres. *E.* 14 *Juillet*, 47.
- Levage.** Treuil électrique Scott. *E.* 7 *Juillet*, 10.
- Pont roulant électrique de 10 tonnes Gilain. *E.* 14 *Juillet*, 41.
- Machines-outils.** Commande électrique. *E'*. 10 *Juin*, 600.
- Ateliers Engersoll Sergeant. *AMa.* 17 *Juin*, 713.
- — du chemin de fer de l'Est à Épernay. *EM. Juillet*, 493.
- des Park Works. Huddersfield. *E'*. 14 *Juillet*, 34.
- Affûteuse pour scies Fontaine. *Ri.* 8 *Juillet*, 261.
- — pour forêts Cazeneuve. *Pm. Juillet*, 111.
- Engrenages. Machine à tailler Brown et Sharp. *AMa.* 15 *Juillet*, 856.
- Fabrication des cuvettes embouties (Musiol). *SuE.* 1^{er} *Juillet*, 763.
- Fixation (Supports de) pour pièces en travail. *Pm. Juin*, 96.
- Fraiseuse-raboteuse Newton. *E.* 16 *Juin*, 769. Pour ateliers de locomotives. *AMa.* 8 *Juillet*, 821.
- Meule Cincinnati pour outillerie. *AMa.* 17 *Juin*, 720.
- Outils rapides, préparation et emploi. (Garnier). *Gc.* 17 *Juin*, 105.
- Perceuse de précision Phoenix. *Ri.* 17 *Juin*, 233; pour brides Pollock. *E'*. 7 *Juillet*, 17.
- Tours. Travail des (Nicholson et Smith). *E'*. 16-30 *Juin.*, 389, 639; *RM. Juin*, 577.
- Verticaux Smith et Coventry. *E.* 14 *Juillet*, 59.
- — Calcul des cônes de poulies. *AMa.* 24 *Juin*, 766, 782.
- — à deux poupées Bopp et Reuther. *Ri.* 15 *Juillet*, 273.
- — Revolver Pratt-Whitney. *AMa.* 1^{er} *Juillet*, 794. Herbert. *RM. Juin*, 573.
- — à écrous Liebert. *AMa.* 15 *Juillet*, 862.
- Raboteuse Buckton à retour rapide. *E'*. 23 *Juin*, 630.
- à bois. Sableuse Moore. *E.* 23 *Juin*, 800.
- — Scie à bande Ransome. *E'*. 14 *Juillet*, 45.
- Moteurs à vapeur.** Histoire en Allemagne. *VDI.* 17 *Juin*, 1002.
- pour stations centrales (Josse). *Ru. Mai*, 185.
- économiques modernes. *E'*. 7-14 *Juillet*, 27.
- Van den Kerkove. *E'*. 30 *Juin*, 837.
- Carels de 700 chev. *E'*. 30 *Juin*, 653.
- Cockerill - François compound. *E'*. 7-14 *Juillet*, 12, 56.
- Condensation. Économie de la (Neilson). *EM. Juillet*, 537.
- Demi-fixe Wolf à vapeur surchauffée (Josse). *VDI.* 15 *Juillet*, 1147.
- Distributions Buckeye. *Pm. Juin*, 90.
- — Moritz. *Gc.* 8 *Juillet*, 163.
- — Fuites aux tiroirs et enveloppes. *E'*. 23 *Juin*, 615.
- — Analyse harmonique des mécanismes (S. P. Thompson). *E.* 14 *Juillet*, 36.
- Enveloppe. Action sur le rendement d'une compound (Millanby). *E'*. 30 *Juin*, 657; 7-15 *Juillet*, 21, 39, 47.
- Pistons, résistance des (Codron). *RM. Juin*, 517.
- Surchauffe. Rendement (Bernier). *VDI.* 1^{er}-7 *Juillet*, 1061, 1108.
- Turbines Curtis. *BaM. Juin*, 657.
- — Riedler Stumpf. *EE.* 8 *Juillet*, 15.
- à gaz. Mees. *VDI.* 17 *Juin*, 998.
- Albertini Deutsche Kraftgas, MacMullen, Cail, Crossley, Clark, Cockerill, Petzel, Lister, Junge, Maybach Weidmann. *RM. Juin*, 590, 602.
- Grands moteurs. *E'*. 23 *Juin*, Supplément.
- Turbines Crossley, Ellving. *RM. Juin*, 602.
- Rodoir de soupapes. *Va.* 17 *Juin*, 380.
- Soupapes commandées ou non (Fehrmann). *VDI.* 1^{er} *Juillet*, 1073.
- Allumages Carpentier, Clément, Mors, Brotherhood, Panhart, Westinghouse, de Dion, Gardner, Renault, La Vallette. Lencauchez. *RM.* 1^{er} *Juin*, 603-617.
- Gazogènes divers. *E'*. 16 *Juin*, 592, 609.
- Mond et hauts fourneaux (Case). *Cs.* 15 *Juin*, 592, 599.
- — à aspiration (Nagel). (*Id.*), 597.
- — de four à coke. (*Id.*), 598.

Moteurs à vapeur. Hovine-Breuillé. *Ri.* 8 *Juillet*, 262.

— — roulant et moteur Tanggye. *E'*. *Juin*, 637.

— — à alcool (Duchemin). *RCp.* 25 *Juin*, 237.

Résistance des matériaux. Fonte. Essais (Moldenke). *Fi.* *Juin*, 403.

— Machines pour essais de traction De-laloe. *Pm.* *Juillet*, 100. De fatigue. *Dp.* 17, 24, 30 *Juin*, 375, 383, 401.

— Fragilité des aciers doux cimentés (Lecarme). *RdM.* *Juillet*, 516, 526.

Textiles. Chargeuses automatiques. *It.* 15 *Juin*, 213; 15 *Juillet*, 257.

— Nettoyeur de peignes circulaires dans les bobinoirs et étirages de filatores de laine (Petit). *It.* 15 *Juillet*, 257.

— Tendeur automatique de la corde à broche. (*Id.*), 216.

— Ventilateur hélicoïdal Avery. *E'*. 7 *Juillet*, 20.

— Continu diviseur Lejeune. *It.* 15 *Juillet*, 266.

— Marche de la navette au métier à tisser. (*Id.*), 223.

Transmission Robert et Pillet. *Pm.* *Juin*, 86.

MÉTALLURGIE

Alliages de cuivre (Guilbert). *Gc.* 24 *Juin*, 126; 1, 8, 15 *Juillet*, 145, 158, 184.

— Préparation des composés binaires de métaux par l'aluminothermie (Colani). *CR.* 3 *Juillet*, 33.

Cuivre. Cyanuration ammoniacale. *EaM.* 22 *Juin*, 1187.

— Fusion pyritique. *EaM.* 22 *Juin*, 1195.

Fer et acier. Electro-métallurgie. Progrès récents. *Cs.* 15 *Juin*, 389.

— (Neuburger). *Ms.* *Juillet*, 516.

— procédé Swinburne. *RdM.* *Juillet*, 410.

— Constitution des aciers (Heyn). *IaS.* *Juillet*, 42.

— Rôle de l'azote (Braune). *RdM.* *Juillet*, 503, 361.

— Enfourneuse électrique de la C^{ie} Internationale d'électricité. *Ri.* 17 *Juin*, 235.

— Four à réverbère. Réactions chimiques (Carr). *IaS.* *Juillet*, 17.

Fer et acier. Hauts fourneaux. Manutention électrique. *SuE.* 15 *Juin*, 704.

— — Refroidissement du vent (Gayley). *IaS.* *Juillet*, 1.

— — Cyanure de potassium et azote dans les réactions des. *RdM.* *Juillet*, 378.

— Laminier. Machine de 10 000 chevaux (Cockerill). *E'*. 16 *Juin*, 394.

— — de 16 000 chevaux (Davy). *E.* 23 *Juin*, 798.

— Mélangeur Allen et Davy. *RdM.* *Juillet*, 402.

— Acier chromé. Comment il est devenu industriel (Brunsihem). *RdM.* *Juillet*, 509.

— — à l'aluminium (Guillet). *CR.* 3 *Juillet*, 35.

— — à l'étain, au titane et au cobalt (Guillet). *CR.* 26 *Juillet*, 1689.

— — au tungstène pour outils rapides. *SuE.* 1^{er} *Juillet*, 768.

— Procédé direct (Otto). *ZaC.* 30 *Juin*, 1014.

— Agglomération des minerais de fer à Kersh. *RdM.* *Juin*, 382.

Or. Au Transvaal (Løvy). *ZaC.* 16-23 *Juin*, 947, 984.

— Cyanuration à Cripple Creek. *Eam.* 8 *Juin*, 1087.

— Estimation des constituants principaux des dissolutions cyanurées. *Eam.* 29 *Juin*, 1230.

— Traitement des scories. *Eam.* 15 *Juin*, 1139.

MINES

Australie Occidentale. Statistique minière en 1903. *AM.* *Avril*, 488.

Clivages simultanés. *Eam.* 22 *Juin*, 1182.

Cuivre. Concentration des minerais. *Eam.* 8-29 *Juin*, 1088, 1224.

— Gisements de Bingham, Utah. *Eam.* 22 *Juin*, 1176.

Électricité. Emploi dans les mines. *Pm.* *Juillet*, 102.

— à l'Exposition d'Arras (Swyngauw). *Em.* 1903, 593.

États-Unis. Mines du Nicaragua. *MM.* *Juin*, 509.

Étain en Alaska. *Cs.* 30 *Juin*, 659.

- Extraction.* Machine de 1000 chevaux (Gilain). *E.* 16 *Juin*, 769.
 — — Machines électriques (Habets). *E.* 30 *Juin*, 850; 7 *Juillet*, 29.
- Fonçages.* Évacuation des déblais. *EaM.* 29 *Juin*, 1233, 1244.
- Houillères.** Nouveau bassin belge. *Ef.* 17 *Juin*, 868.
 — de l'Arkansas. *MM.* *Juin*, 520.
 — des Galles du Sud. *Géologie.* *E.* 23 *Juin*, 791.
- Or.** Dragage. *EM.* 2 *Juillet*, 481.
 — aux États-Unis. *Eam.* 15 *Juin*, 1149.
 — Banc de Tarkwa (Côte d'Or). *Eam.* 29 *Juin*, 1235.
 — District de Cripple Creek et ses récents développements en grandes profondeurs (Ritter). *AM.* *Avril*, 465.
- Or** à Cumberland Gap. *Eam.* 15 *Juin*, 1135.
 — à Saint-Domingue. *Eam.* 15 *Juin*, 1128.
 — Origine et classification des placers. *Eam.* 22-29 *Juin*, 1179, 1228.
- Pétrole* en Roumanie (Aron). *AM.* *Avril*, 380.
- Pérou* (Mines du). *Eam.* 8 *Juin*, 1091.
- Prospection électrique.* *Gc.* 17 *Juin*, 115.
- Préparation mécanique.* Trieur magnétique. Blake. Morscher. *MM.* *Juin*, 515.
 — Étalonnage des tamis. *Eam.* 15 *Juin*, 1140.
- Remplissages.* Compression des. *Eam.* 15 *Juin*, 1130.
- Soutènement* aux mines de Campagnac (Chapotan). *Em.* 1905, 409.
- Tonkin.* Industrie minérale au. *Em.* 1905, 671.

[Le Gérant : GUSTAVE RICHARD

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

AGRICULTURE

RAPPORT présenté au nom du *Comité d'Agriculture*, sur l'ouvrage de
M. Méline intitulé « LE RETOUR A LA TERRE ET LA SURPRODUCTION
INDUSTRIELLE », par M. H. Hitier.

Le Comité d'Agriculture m'a fait l'honneur de me demander pour le *Bulletin* de la Société un compte rendu du livre que nous a envoyé M. Méline : *Le retour à la terre et la surproduction industrielle*. Je ne saurais me permettre ni critique ni louange en face d'un tel ouvrage, je voudrais simplement essayer d'exposer ici quelques-unes, tout au moins, des idées maîtresses qu'y défend M. Méline avec une sincérité, une rigueur d'argumentation, une éloquence des plus persuasives.

Le fait capital, le grand événement qui domine le XIX^e siècle, c'est la naissance de la grande industrie et le développement de sa colossale puissance. C'est ce que M. Méline retrace à grands traits dans la première partie de son ouvrage. La première période de l'histoire de cette grande industrie est caractérisée par la primauté de l'Angleterre; mais bientôt toutes les nations se font industrielles, les États-Unis et le Japon entrent en scène, l'Allemagne prend un développement industriel extraordinaire, les autres pays marchent à l'envi dans la voie et dès lors la troisième période de l'industrie commence : la surproduction et l'engorgement industriel la caractérisent. M. Méline insiste sur l'existence réelle de cette surproduction qui,

du reste, ne se manifesterait que trop par la baisse des principales marchandises depuis trente ans et par le développement considérable, dans ces dernières années, des exportations à vil prix et par grandes masses.

Aussi que sera demain? quelle serait la meilleure orientation à donner à la marche de la production générale pour la mettre en harmonie avec l'évolution qui s'accomplit sous nos yeux? Vers quelles régions nouvelles diriger cette masse immense de braves gens qui travaillent pour vivre et ne savent plus où donner de la tête, tant les difficultés de l'existence vont pour eux en augmentant?

Ce ne sont pas les solutions socialistes qui pourront résoudre une telle question; la solution vraie, la seule se trouve dans le retour à la terre.

« Il ne reste plus qu'un champ d'action et d'expansion capable d'absorber toutes les forces sans emploi et celui-là a l'avantage d'être inépuisable, au moins pour des siècles; c'est la terre, la terre nourricière de l'humanité, féconde et éternelle, mère de toutes les industries, qui ne feront, en lui revenant, que rentrer dans le sein d'où elles sont sorties; la terre qui a des consolations pour toutes les misères et qui ne laisse jamais mourir de faim ceux qui l'aiment et qui se confient à elle. »

Le retour à la terre, du reste, n'est pas une pure idylle qui n'aurait pas sa place dans une société positive comme la nôtre. C'est ce que M. Méline démontre rigoureusement, et par des faits, et par des chiffres à l'appui.

La crise agricole qui a fait tant de mal, qui a si furieusement ravagé la France agricole, touche à son terme. Grâce à nos tarifs de douane sagement protecteurs de 1892, « œuvre de réparation et de justice », la situation de nos agriculteurs a été tellement améliorée que toutes les branches de notre production ont pris leur essor et leur marche en avant, aussi bien la production des céréales et du vin que celle du bétail, de la betterave et de la pomme de terre, en sorte qu'aujourd'hui la France est parvenue non seulement à suffire aux besoins généraux de son alimentation, il lui reste même encore après y avoir pourvu un excédent qu'elle peut exporter.

Aujourd'hui, l'agriculteur dispose de ressources nouvelles et fécondes dont il ne lui reste qu'à mieux connaître tout le parti qu'il peut en retirer. Le *crédit agricole*, par exemple, dont l'organisation en France, rappelle M. Méline, est certainement une des plus complètes. Depuis que les pouvoirs publics ont mis si généreusement à la disposition des banques régionales à titre d'avances sans intérêts les 40 millions de la Banque de

France, l'Agriculture ne peut plus dire qu'elle est arrêtée dans sa marche par l'absence ou l'insuffisance du capital. Elle n'a rien à envier à l'industrie et l'argent lui revient moins cher qu'à celle-ci.

Les *Associations coopératives* permettent à l'agriculture d'obtenir de ses produits le maximum de recettes en mettant directement en rapport le producteur et le consommateur et en débarrassant la vente des éléments parasites qui les ruinent tous deux. « Les associations coopératives seront, avec le temps, le grand instrument d'émancipation des populations rurales. »

D'autre part les *assurances mutuelles* contre la mortalité du bétail, la grêle, les gelées, etc., protègent aujourd'hui le cultivateur contre le risque professionnel qui est malheureusement plus grand pour lui que pour l'industriel.

Aussi « l'agriculteur qui a reçu une sérieuse éducation professionnelle, qui est en même temps un homme d'ordre et de progrès, est certain de tirer de son capital un bon revenu tout en vivant sur sa terre plus largement que beaucoup de bourgeois ».

Toutefois le retour à la terre ne se fera sérieusement que le jour où les pouvoirs publics se décideront à entrer hardiment dans la voie des dégrèvements agricoles et de la revision de notre législation terrienne, et surtout il faut rappeler que l'impôt global et progressif sur le revenu, souvent proposé depuis quelques années, serait un des coups les plus funestes qu'on puisse porter à notre agriculture renaissante et qu'il serait de nature à arrêter complètement son relèvement.

Enfin il est indispensable de mettre à la disposition du rural les institutions d'assistance et de prévoyance qui jusqu'à ce jour ont été le privilège exclusif des villes et M. Méline aborde ici la raison principale, suivant nous, pour laquelle l'ouvrier a abandonné, abandonne la campagne; aussi citons-nous textuellement cette page de M. Méline :

« Ce serait une erreur de croire que le paysan est dégoûté de son métier uniquement parce qu'il est écrasé de travail ou affamé de bien-être, parce qu'il trouve la vie agricole trop dure. Il aime trop la terre pour cela et le travail qu'elle lui demande, si pénible qu'il soit, ne le rebute pas, parce qu'il est varié et intéressant, parce que c'est un travail d'homme libre et qu'il se passionne pour sa culture comme l'artiste pour son tableau. S'il n'y avait pas au fond de l'âme cet attachement invincible à la terre, il ne resterait plus personne dans nos campagnes pour cultiver le sol.

Le paysan, malgré la puissance de cette attraction atavique, finit cependant par céder au découragement, parce qu'il n'est pas suffisamment récompensé de son travail, parce que les mauvaises années sont plus fréquentes que les bonnes, et surtout parce qu'il n'est jamais sûr de son lendemain. Sous la pression de ce sentiment d'insécurité qui le torture sans cesse, il se jette avidement sur toutes les professions où il trouve des garanties pour son avenir et le pain de ses derniers jours ; c'est pour cette raison qu'il ne voit rien de plus beau que d'être facteur, employé de chemin de fer, douanier, garde forestier ou même balayeur. Ce n'est pas la fonction ni même le traitement qui le séduisent, c'est la retraite, et il sacrifie tout pour décrocher cette timbale merveilleuse qui suffit à son bonheur. »

La mutualité en se développant dans nos campagnes est appelée à résoudre de la façon la meilleure cette question des retraites pour nos paysans et ouvriers des champs.

« Mais il y aurait, ajoute M. Méline, un moyen plus puissant encore que les retraites de river à jamais l'agriculteur et l'ouvrier à la terre : ce moyen devrait consister à mettre de plus en plus la terre à sa portée en lui en rendant l'accès aussi facile que possible.

« Pourquoi ne ferait-on pas pour nos ouvriers agricoles ce qu'on fait aujourd'hui si généreusement et dans de si vastes proportions pour les ouvriers des villes ? De même qu'on a créé pour ceux-ci des sociétés financières destinées à leur procurer des habitations à bon marché, on pourrait fonder des associations analogues qui avanceraient aux ouvriers agricoles intelligents et laborieux les fonds nécessaires pour acheter une terre ; sous une forme quelconque. Il nous faut fonder le « homestead » ou bien de famille, sorte d'apanage démocratique, constitué au profit des plus pauvres, des plus humbles agriculteurs pour leur donner un foyer tranquille et à l'abri des tempêtes de la vie.

« Le « homestead » aura un avantage d'un autre genre et inappréciable, ce sera de faire tomber une des grosses objections qu'on oppose au retour à la terre des ouvriers agricoles : à savoir l'impossibilité de leur assurer toute l'année un travail permanent. Les grands travaux de culture sont, par leur nature, intermittents et l'ouvrier agricole qui ne trouve pas d'occupation dans l'intervalle de ces travaux cherche d'instinct un métier stable qui lui permette de gagner sa vie tous les jours. C'est une des raisons principales qui l'ont entraîné du côté de l'industrie ; et tant qu'on n'aura pas

trouvé un moyen de le fixer au sol par un travail régulier et durable, il est inutile d'essayer de changer le cours de ses idées. Mais, quand il aura une terre à lui, à laquelle il pourra consacrer tout le temps qui lui restera en dehors de son travail pour autrui et qu'il sera bien certain que, quoi qu'il arrive, personne ne pourra la lui prendre, il verra les choses sous un autre angle ; il fera bien volontiers deux parts de sa vie, celle du petit propriétaire qui cultive son bien et celle du journalier qui cherche les bons salaires pour améliorer sa situation et se donner un peu de bien-être. »

L'appel à la terre retentit partout au commencement du ^{xx}^e siècle, le mouvement agraire est général en Angleterre, en Allemagne, en Italie, aux États-Unis et dans ce retour aux champs la France reste toujours une nation privilégiée. « Elle peut, en effet, quand elle le voudra, quand la nécessité s'en fera sentir, opérer sa conversion du côté agricole, en modérant son expansion industrielle. Elle a sous la main tout ce qu'il faut pour cela, un sol admirable par sa fécondité et un climat qui se prête à la variété infinie des productions ; elle peut devenir un grand jardin aussi bien qu'un champ, multiplier et transformer ses modes de culture selon les exigences de la consommation intérieure et extérieure » ; la France enfin a ses colonies.

Retournons à la terre et dirigeons de ce côté le plus que nous pourrions l'attention du grand public, montrons-lui que la prospérité du jour et la sécurité du lendemain sont à ce prix. Telle est l'œuvre à laquelle nous convie M. Méline, qui, en même temps, nous trace la voie à suivre pour atteindre ce but, dans son ouvrage : *le Retour à la terre*.

Cette ouvrage n'est, dit en terminant M. Méline, que le commentaire développé de cette grande et forte parole d'un philosophe chinois qu'on ne saurait trop méditer et qui devrait être écrite en lettres d'or sur tous les murs de nos écoles, parce qu'elle résume d'un trait lumineux tout ce qu'on peut dire sur ce grand problème du travail humain :

« La prospérité publique est semblable à un arbre : l'agriculture en est la racine, l'industrie et le commerce en sont les branches et les feuilles ; si la racine vient à souffrir, les feuilles tombent, les branches se détachent et l'arbre meurt. »

Signé : H. HITIER, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 27 octobre 1905.

AGRICULTURE

LE MATÉRIEL AGRICOLE AU DÉBUT DU XX^e SIÈCLE, par **M. Max Ringelmann**,
membre du Conseil.

AVANT-PROPOS

Depuis longtemps nous étudions les différents progrès réalisés dans le matériel agricole et nous condons le résultat de nos observations dans le *Journal d'Agriculture pratique* à l'occasion des expositions annexées aux concours généraux agricoles, qui se tiennent à Paris dans les premiers mois de chaque année (1); c'est ainsi, selon un programme que nous nous étions tracé dès 1881, que nous avons pu suivre, pour ainsi dire pas à pas, les différents perfectionnements réalisés ou les modifications proposées et réunir, en même temps, des documents capables de servir à une *Histoire contemporaine des machines agricoles* (2).

En 1894, nous disions : « Amasser des matériaux, des documents précis sur le passé et le présent, afin de tâcher d'en dégager des indications utiles pour l'avenir, tel était notre but en examinant l'exposition des machines du concours général.

(1) Rappelons en peu de mots l'histoire des concours agricoles qui ont été étudiés en détail en 1899, par feu Henry Marchand, chef de bureau au Ministère de l'Agriculture.

Les concours d'animaux gras de Poissy eurent lieu de 1844 à 1867. En 1869, le concours s'installait à la Villette où l'on venait de transférer, à côté des abattoirs, le nouveau marché aux bestiaux remplaçant celui de Poissy; on y annexa une exposition d'instruments et de machines qui réunit 422 numéros. En 1870, le concours a été installé au Palais de l'Industrie; il fut suspendu en 1871, 1872 et 1873; rétabli depuis 1874, le concours général agricole de Paris resta au Palais de l'Industrie jusqu'en 1897; de 1898 à 1903 il fut transporté à la Galerie des Machines, et on ne sait encore où il se tiendra en 1906.

Les concours régionaux agricoles ont été organisés au nombre de 12 par l'arrêté de 1865, réduits à 6 par l'arrêté du 18 septembre 1883, puis enfin à 3 à partir de 1904 sous le titre de concours nationaux agricoles.

(2) Depuis 1903, nous publions, dans les *Annales de l'Institut national agronomique*, les chapitres successifs de notre *Essai sur l'Histoire du Génie rural*; un tirage à part, à cinquante exemplaires seulement, de ce qui est relatif aux *Temps préhistoriques* et à *l'Égypte de l'antiquité*, se trouve à la Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob, Paris.

« Quand on veut étudier cet important chapitre de la mécanique appliquée, on est réellement surpris du peu de matériaux que l'on a à sa disposition ; on trouve bien des descriptions plus ou moins complètes sur les différentes machines, mais elles n'ont qu'une valeur momentanée, soit par suite des perfectionnements apportés ultérieurement, soit aussi par la création, l'invention de machines nouvelles ; ainsi, par exemple, les lieuses à fil de fer ne font plus partie, depuis 1878, du matériel agricole.

« La partie descriptive est certainement importante, intéressante ; elle est même indispensable dans un enseignement ou dans un compte rendu. Mais il y a un point à envisager dans l'étude des machines agricoles : c'est la recherche, la discussion et l'établissement de *principes scientifiques*, lesquels, exacts, auront une valeur permanente et pourront aussi bien s'appliquer aux machines de demain qu'ils s'adaptent à celles d'aujourd'hui.

« Ce que nous venons d'exposer n'a d'autre but que de faire entrevoir avec quel esprit il faut étudier et examiner les machines agricoles afin de tirer des conclusions utiles de cette étude et de cet examen.

« Il est vraiment regrettable qu'à une époque comme la nôtre le mot *scientifique* semble encore jouer le rôle d'un épouvantail ! Et pourtant, nous recevons des quantités de demandes de renseignements auxquelles nous ne pouvons répondre que par l'application pure et simple de principes scientifiques.

« Il y a évidemment ici une confusion. Qui n'a entendu dire, en parlant soit d'un procédé, soit d'une machine : oui c'est vrai en théorie ! c'est faux en pratique ! Non, nous pouvons dire qu'on s'exprime mal ; dites, si vous le voulez, que cette hypothèse ne se réalise pas dans la pratique, mais considérez bien que le mot *théorie* ne doit être pris que dans le sens d'*explication scientifique* et raisonnée d'un fait : ce qui est vrai en théorie l'est toujours en pratique, et si cela n'a pas lieu, c'est que ce que l'on prend pour une théorie n'est autre chose qu'une hypothèse.

« A côté de ces questions scientifiques, dont l'ensemble doit constituer un véritable monument, l'histoire, contemporaine tout au moins, de ce matériel, de ses modifications successives, la liaison entre ces modifications et les causes qui les font naître constituent un des plus curieux chapitres des machines agricoles, et nos comptes rendus annuels de l'exposition du concours général agricole y apportent incessamment des matériaux d'étude, d'autant mieux choisis que cette exposition est le grand marché des machines auquel s'empressent de participer les constructeurs venant de tous les points du territoire, ainsi qu'on peut s'en convaincre en parcourant les catalogues officiels (1). »

(1) Aux anciens concours de Poissy un petit nombre de constructeurs exposaient quelques

Le concours général agricole de Paris est le plus important de France pour les transactions commerciales ; c'est lui qui permet aux constructeurs de déterminer l'allure qu'il convient de donner à leur fabrication, laquelle, elle-même, détermine les achats des matières premières aux forges, aciéries et fonderies ; ce mouvement, sans cesse croissant, explique les frais considérables que les exposants n'hésitent pas à s'imposer pour transporter et pour bien faire valoir leur matériel.

C'est la coordination méthodique des divers documents recueillis jusqu'à ce jour dans nos concours agricoles ainsi que dans nos différents essais que nous offrons aujourd'hui au *Comité d'Agriculture de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, en la faisant précéder d'une *Introduction générale*, dans laquelle nous avons cru intéressant de placer une note historique sur l'enseignement du *Génie Rural* en France (1).

machines et instruments agricoles ; nous relevons les chiffres suivants relatifs à quelques concours généraux de Paris :

Il y avait en		1878	1600 machines			
—	1880	2000	—			
—	1885	5500	—			
—	1888	6447	—	présentées par 420 exposants		
—	1889			—	229	français (classe 49)
(Expos. Univ.).						
—	1891	5270	—	—	360	—
—	1892	5800	—	—	372	—
—	1893	6148	—	—	385	—
—	1894	6479	—	—	377	—
—	1895	7060	—	—	459	—
—	1896	6578	—	—	406	—
—	1897	7486	—	—	565	—
—	1898	8152	—	—	551	—
—	1899	7000	—	—	444	—
—	1900			—	207	français (classe 33)
(Expos. Univ.).						
—	1901			—	407	—
—	1902			—	519	—
—	1903			—	616	—
—	1904			—	807	—
—	1905			—	847	sur lesquels il n'y a guère que 350 à 400 exposants de machines agricoles proprement dites.

(1) Le *Génie Rural* comprend les trois grandes divisions suivantes :

Les constructions rurales,

L'hydraulique agricole,

Les travaux, instruments et machines agricoles.

Ces trois divisions ont de nombreux points de contact et nous n'examinerons dans ce travail qu'une partie de la troisième.

INTRODUCTION

A. — NOTE HISTORIQUE SUR L'ENSEIGNEMENT DU GÉNIE RURAL EN FRANCE

Jusqu'à la fin du xviii^e siècle, dans tous les pays, l'Agriculture, tant pour ce qui concernait ses travaux que pour ce qui était relatif à leur direction, resta abandonnée à des serfs qui vivaient dans un état d'infériorité, malgré les efforts tentés à diverses reprises par des hommes de génie, tels que : Augustin Gallo (1572); Bernard Palissy (1510-1589); Olivier de Serres, seigneur du Pradel (1536-1619); Walther Blith (1630); Lucatello (1650); Jethro Tull (1730); Arbuthnot (1774); Andrew Meickle (1786), etc.

D'utiles perfectionnements aux instruments aratoires étaient déjà proposés, mais on avait coutume de dire à l'homme des champs : *ai pour suspect toute nouveauté!* et, au xvi^e siècle, on était dans toutes nos campagnes pénétré de la maxime de Caton, encore trop connue de nos jours : *ne change pas ton soc!*

On avait institué, en 1763, une petite école d'agriculture et d'horticulture à La Rochette, près de Melun, et, en 1771, une école d'agriculture à Anel, près de Compiègne; l'abbé Rozier avait proposé, dès 1770, un vaste système d'enseignement agricole qui aurait eu pour siège le château et le parc de Chambord.

La Révolution de 1789 nous permet de constater un nouveau point de départ occasionné par l'affranchissement de l'Industrie et de l'Agriculture; la Convention s'occupa avec sollicitude de l'enseignement professionnel, créa l'École polytechnique et, sur le rapport de l'abbé Grégoire, le Conservatoire national des arts et métiers, mais laissa complètement dans l'ombre l'enseignement agricole n'en comprenant pas la nécessité. Cependant, bien qu'à cette époque les idées étaient élevées, les conditions générales étaient encore trop neuves pour que l'agriculture fit des progrès, surtout si nous tenons compte de l'agitation continuelle dans laquelle on se trouvait alors et qui se termina avec les guerres du premier Empire.

Depuis le règne de Louis XV les voies étaient admirablement préparées. En 1761, un arrêt du Conseil du Roi instituait, sous le titre de *Société d'Agriculture de la Généralité de Paris*, une Académie à nombre limité de membres dont l'élection est soumise à des formalités prévues par le règlement, puis approuvée par le chef de l'État; cette Compagnie continue ses travaux sous le nom de *Société Nationale d'Agriculture*. A cette Société on se préoccupait, dès la fin du xviii^e siècle, de toutes les améliorations qu'il y avait lieu d'apporter à la culture; convaincue que les premiers progrès devaient être réalisés dans le travail de préparation des terres, la Société en entreprit l'examen et constata

qu'il y avait, pour ainsi dire, autant de modèles différents de charrues qu'on comptait de paroisses en France.

En 1801, François de Neufchâteau (1) proposa à la Société le programme d'un grand concours auquel devaient prendre part toutes les charrues des diverses régions de la France; un prix important devait être attribué à celle qui, à la suite d'une série d'essais éliminatoires, serait reconnue la plus simple et la meilleure. Son confrère Chaptal (2), alors ministre de l'Intérieur, partagea cette heureuse idée et fixa à 6000 francs le premier prix et les deux seconds à 3000 francs chacun.

Un premier concours, dont le programme avait bien moins d'ampleur que celui projeté par François de Neufchâteau, eut lieu en 1807, à la Varenne-Saint-Maur, près de Paris, et ne donna pas de résultats; il fut renouvelé en 1809 à Viroflay, où, sur 20 charrues présentées, le jury ne décerna que des mentions; on devait recommencer la tentative plus tard, en 1811, mais, après plusieurs ajournements, le concours fut définitivement abandonné à la suite des événements politiques de l'époque (3).

Bien qu'excellent dans son principe, ce grand concours avait été ouvert trop tôt en ce sens que, si l'on cherchait avec raison une charrue perfectionnée, les procédés de fabrication d'alors n'étaient pas assez améliorés pour permettre de la construire économiquement; enfin, on supposait qu'il pouvait exister un seul modèle de charrue excellent pour toutes les cultures et pour tous les sols. Mais le concours eut d'heureuses conséquences dont on peut suivre la trace en étudiant les améliorations apportées, dès ce moment, dans la construction du matériel agricole: Guillaume modifia la charrue de la Brie (4); plusieurs fabricants commencèrent à substituer la fonte au bois dans la construction des versoirs, ainsi que cela se pratiquait déjà en Angleterre et dans l'Amérique septentrionale; Mathieu de Dombasle entreprit des recherches pour l'amélioration de la charrue (5)...

(1) François de Neufchâteau, de l'Institut et de la Société d'Agriculture, décédé le 11 janvier 1828.

(2) Chaptal, de l'Institut et de la Société d'Agriculture; décédé le 29 juillet 1831.

(3) L'idée avait été appliquée dans différentes régions de la France, notamment par la Société d'Agriculture de l'arrondissement de Boulogne-sur-Mer, qui fit un concours le 18 octobre 1808 auquel prirent part six charrues. (*Bulletin de la Soc. d'agr. de Boulogne-sur-Mer; Mémorial du Centenaire*, 1899, page 227.)

(4) En 1807, Guillaume reçut une médaille d'or, une prime de 3 000 francs et le gouvernement lui acheta quelques charrues pour les distribuer libéralement aux principales sociétés départementales d'agriculture; celle qui fut envoyée à Boulogne-sur-Mer fut exposée dans la grande salle de l'Hôtel de Ville et servit de modèle aux constructeurs locaux.

(5) Le principe du concours de F. de Neufchâteau a été appliqué récemment en Algérie; à la suite d'un vœu émis par le Conseil supérieur du gouvernement, un arrêté du 18 mai 1898, pris par le gouverneur général, ouvrait, pour l'automne de la même année, un « concours

Rhemy de Perthuis (1), le baron Picot de Lapeyrouse, de Morel-Vindé (2) s'occupaient des constructions rurales; Raphaël Pareto des irrigations; le comte Charles-Philibert de Lasteyrie du Saillant (3) étudiait les machines et les constructions, alors qu'en Angleterre on se préoccupait de l'assainissement des terres.

Mathieu de Dombasle (1777-1843), surnommé à juste titre le *père de l'agriculture française*, traduisit en 1820 l'ouvrage de Thaër, agronome allemand, sur les *nouveaux instruments d'agriculture*, et lui-même en imagina beaucoup qui sont encore en usage dans nos campagnes les plus reculées (4). Mathieu de Dombasle fonda, à Roville, en 1819-1822, une ferme modèle et une école d'agriculture qui fut ouverte le 1^{er} septembre 1824. C'est grâce à son initiative et à celle de ses nombreux élèves et émules, les Gasparin (5), les Bella (6), les Moll, les Rieffel, etc., que l'agriculture prit un caractère intensif.

D'autres établissements, jouant en même temps le rôle d'écoles, furent créés successivement à Grignon en 1826, à Grand-Jouan en 1833, puis à la Saulsaie en 1840, pendant que des fermes-modèles ou fermes-écoles se répandirent.

Dans l'enseignement de Roville, à côté de tout ce qui était relatif aux sciences biologiques, une grande place était réservée aux études des travaux agricoles, du matériel et des bâtiments de la ferme.

Bientôt le comte de Gasparin (Adrien-Étienne-Pierre) publia les leçons qu'il donnait à quelques jeunes gens de son entourage, sous le titre de : *Cours complet d'Agriculture*, et dans des chapitres importants, mais disséminés dans son traité, il étudia *la mécanique appliquée à l'agriculture, l'hydraulique appliquée à l'agriculture et l'architecture rurale*, à laquelle Cointereau (7) avait proposé, en 1789, de donner le nom d'*Agritecture*.

entre les constructeurs français, colons algériens et artisans indigènes qui présenteraient un type de charrue simple et pratique réunissant autant que possible les avantages de la charrue française et ceux, en son genre, de la charrue arabe, de manière à être bien appropriée à l'agriculture indigène et aux moyens dont elle dispose ». Le concours eut lieu le 24 novembre 1898 à Maison-Carrée, et notre rapport général a été publié en mars 1900.

(1) Rémy de Perthuis, membre de la Société d'Agriculture, décédé en janvier 1801.

(2) De Morel-Vindé, de l'Institut, membre de la Société d'Agriculture, décédé le 19 décembre 1842.

(3) Charles-Philibert de Lasteyrie du Saillant, membre de la Société d'Agriculture, décédé en 1849.

(4) Mathieu de Dombasle adressa à la Société d'Agriculture, en 1819, un mémoire sur la *Théorie de la Charrue*; l'araire Dombasle fut essayée en 1820, à Trappes; et, sur le rapport du vicomte Héricart de Thury, M. de Dombasle reçut une grande médaille d'or et le titre de Correspondant; Mathieu de Dombasle mourut à 67 ans, le 27 décembre 1843.

(5) Adrien-Étienne-Pierre comte de Gasparin, de l'Institut, ancien ministre, membre de la Société d'Agriculture, décédé en 1862.

(6) Auguste Bella, membre de la Société d'Agriculture, décédé le 5 avril 1856.

(7) Cointereau (ou Cointereaux) obtint, le 28 décembre 1789, le prix de la Société royale d'Agriculture de Paris, pour son mémoire intitulé : *la Ferme*.

Il faut nous reporter aux temps où l'Agriculture empirique luttait, inutilement d'ailleurs, contre les développements obligatoires de l'Agriculture scientifique qui perfectionnait ses moyens d'investigation et multipliait ses découvertes. Les bases en avaient déjà été posées dans plusieurs ouvrages remarquables et notamment dans la *Maison rustique du XIX^e siècle* dont la première édition remonte à 1834. Certes, la lutte (qui se continue toujours) fut longue et pénible, et il n'y a pas encore bien longtemps qu'on disait, et qu'on voyait même peint sur les murs d'une école : *Rien d'absolu en Agriculture, la Routine elle-même a sa raison d'être !*

A l'institution royale agronomique de Grignon, fondée en 1826 pour quarante années par T. Polonceau et Auguste Bella, il y avait, parmi les différents cours :

Mathématiques appliquées.	{ Professeur M. Tartois.
	{ Professeur M. Erambert.
Agriculture et Constructions ru- rales.	{ Professeur M. Lœuillet.

En 1848, il est institué à l'École nationale des Ponts et Chaussées un cours d'*hydraulique agricole* et un *bureau d'essai*, dont le titulaire, Hervé Mangon (1), fut en 1850 chargé d'une mission en Angleterre afin d'y étudier le drainage ; ses remarquables rapports ont été publiés en 1853 (*Etudes sur le drainage*), et en 1863 (*Instructions pratiques*).

Répondant à un vœu général, la République de 1848 organise enfin l'enseignement agricole à trois degrés : science, art, métier. Une école normale supérieure ou *Institut national agronomique*, à Versailles, dans les dépendances du château de Louis XIV ; quatre *Écoles régionales* à Grignon, à Grand-Jouan, à la Saulsaie et à Saint-Angeau (2) ; enfin une *ferme-école* est projetée dans chaque département. Tels étaient les termes généraux de la loi sur l'organisation de l'enseignement agricole, votée le 3 octobre 1848 par l'Assemblée nationale, sur le rapport de Richard (du Cantal).

On comprit alors qu'il fallait créer, à l'École supérieure de l'agriculture, un enseignement spécial pour ce qui est relatif à la *construction*, à l'*hydraulique* et aux *machines*, c'est-à-dire aux applications agricoles de la science de l'Ingénieur. Pour le titre à donner à ce cours, on considéra que le *génie civil*, le *génie militaire*, le *génie maritime* constituaient les applications de la Science de l'Ingénieur aux travaux industriels, à l'armée ou à la marine, et on désigna le nouvel enseignement sous le nom de *Génie Rural*.

(1) Hervé Mangon, de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, décédé le 15 mai 1888.

(2) Dans le principe on devait organiser successivement, en France, vingt écoles régionales ; dès 1848 on en institue trois ; l'école de Saint-Angeau fut créée à la fin de 1849. — La loi prévoyait aussi, pour l'avenir, une ferme-école dans chaque arrondissement.

Voici, à titre de document, le programme détaillé du premier cours de Génie Rural professé en France à l'Institut national agronomique de Versailles, par A. Barré de Saint-Venant, ingénieur des Ponts et Chaussées. Le cours comprenait 100 leçons ainsi réparties :

	Leçons.
Pratique du calcul numérique.	1
Projections et lignes trigonométriques.	1
Constructions graphiques.	1
Lignes et surfaces courbes.	1
Topographie et nivellement.	1
Mécanique générale et résistance des matériaux.	15
Machines simples.	3
Moteurs animés et manèges.	1
Machines à vapeur.	3
Appareils de transport.	1
Charrues et machines à cultiver la terre.	4
Battage du blé.	1
Nettoyage du blé.	1
Conservation du blé.	1
Meunerie.	4
Cidre et vin.	1
Extraction des huiles.	1
Architecture rurale.	4
Connaissance des matériaux et construction.	8
Chemins d'exploitation et chemins vicinaux.	3
Hydrodynamique générale.	3
Moteurs hydrauliques.	6
Constructions des usines, moulins à vent.	1
Machines et ustensiles à élever l'eau.	2
Aménagement des eaux pour la production végétale.	1
Irrigation et limonages; petite navigation.	10
Approvisionnements d'eau.	2
Dessèchements.	6
Défense des rives et pentes; endiguements et conquêtes de terrains.	4
Estimation des travaux. Devis et métrages. Évaluation des ouvrages faits.	3
Total.	100

On voit que les machines agricoles proprement dites (en dehors des machines motrices) n'occupaient que huit leçons dans le programme de Barré de Saint-Venant (appareils de transport; charrues et machines à cultiver la terre; battage du blé; nettoyage et conservation du blé), les autres leçons étant relatives aux mathématiques appliquées, à la mécanique, à l'hydraulique, aux constructions rurales et à la technologie agricole.

Les arrêtés ministériels du 16 décembre 1848 et du 5 novembre 1849 règlent l'organisation de l'enseignement des écoles régionales qui sont, dès lors, pourvues de six chaires, dont une est réservée au Génie Rural (les autres étant :

agriculture; zootechnie; botanique et sylviculture; chimie, physique et géologie; économie et législation).

Aux 23 fermes modèles ou fermes-écoles, existant en 1848, on en ajoute 47 nouvelles, qui portent leur effectif à 70 (au 1^{er} janvier 1850).

En 1852, l'Institut agronomique de Versailles est brusquement supprimé, sous prétexte, dit le décret, que son « enseignement trop élevé est en disproportion avec les besoins réels de l'agriculture... » Encore une fois la Routine remportait une victoire sur la Science!

De l'organisation de 1848, il ne subsiste alors que les écoles régionales de Grignon, de Grand-Jouan et de la Saulsaie; quant à l'école de Saint-Angeau, l'arrêté ministériel de 1852 la supprime peu de temps après sa fondation (13 octobre 1849). En 1870 l'école de la Saulsaie fut transférée à Montpellier et, en 1895, celle de Grand-Jouan fut installée à Rennes (1).

En 1870, le nombre des fermes-écoles était tombé à 50. On transforma peu à peu leur organisation et leur enseignement et, dès 1892, dans les Écoles pratiques d'agriculture, alors au nombre de 37, des notions de Génie Rural sont données par le professeur chargé, à la fois, de l'enseignement de l'agriculture, de la zootechnie, de l'économie et de la législation.

Enfin la loi du 9 août 1876 créa un nouvel Institut national agronomique à Paris, et le premier titulaire de la chaire de Génie Rural fut Hervé Mangon, déjà professeur au Conservatoire des arts et métiers; Henri Tresca (2) fut chargé de la Mécanique. Les titulaires des chaires de Génie Rural, de Mécanique et d'Hydraulique, furent successivement: Grandvoinnet (3), Alfred Tresca (4), Hérisson et l'auteur de ce travail (5), auquel le Ministre de l'Agriculture confiait, le 24 janvier 1888, l'organisation et la direction de la première *Station d'Essais de Machines* créée en France.

(1) Voici les titulaires successifs des chaires de Génie Rural: A Grignon: Grandvoinnet, Cazeaux (à titre de chargé de cours), Ferrouillat, Ringelmann, Charvet. — A Grand-Jouan: Bouscasse, Belot, Debains. — A Rennes: Debains, Charvet, Abadie (chargé de cours en 1897, titulaire en 1899). — A la Saulsaie: Rerolle, Johannet (vers 1860). — A Montpellier: Johannet, Ferrouillat (depuis 1887; en 1897, M. Ferrouillat est nommé professeur-directeur de l'École de Montpellier). — Le 4 avril 1864, Hervé Mangon est chargé du cours public de Travaux agricoles et Génie Rural au Conservatoire des Arts et Métiers, dont il est nommé directeur en 1880; à Hervé Mangon succéda M. de Comberousse (1880-1897), et au décès de ce dernier le cours fut rayé du programme.

(2) Henri Tresca, de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture; décédé le 19 juin 1883.

(3) Grandvoinnet, de la Société nationale d'Agriculture; décédé le 2 juin 1890.

(4) Alfred Tresca, de la Société nationale d'Agriculture; décédé le 18 novembre 1896.

(5) Nous avons été répétiteur de Génie Rural à l'École nationale d'Agriculture de Grand-Jouan de 1881 à 1887 et professeur de Mécanique et de Génie Rural à l'École nationale d'Agriculture de Grignon de 1887 à 1897.

B. — DES CAUSES DU DÉVELOPPEMENT DES MACHINES EN AGRICULTURE

Autrefois, la culture délaissée par les esprits scientifiques, abandonnée à ses anciens errements, n'avait besoin que d'un matériel simple établi par l'exploitant ou par les forgerons et charrons des campagnes. Aujourd'hui la question a changé de face et des entreprises, naguère impossibles sans machines, se créent aussitôt que disparaît chez les initiateurs la crainte de manquer de main-d'œuvre pour une culture devenue plus intensive. C'était l'avis de notre regretté maître Hervé Mangon ; comme le disait aussi Lecouteux : là où il y a une trentaine d'années des terres à petites récoltes n'occupaient imparfaitement qu'un petit personnel, se voit aujourd'hui le panache de fumée de la machine à vapeur, et la présence de ce panache, c'est l'activité, c'est la terre qui nécessite plus de bras... En résumé, loin de diminuer le travail des populations agricoles, les machines et instruments, en quelque sorte exigés par les progrès de la culture, tendent à susciter des ouvriers qui sont plus habiles et mieux rémunérés tout en dépensant moins de fatigue pour effectuer le même ouvrage.

Au début du XIX^e siècle, il n'existait pas en France de ces machines agricoles dont l'usage est encore trop restreint ; cela se conçoit aisément quand on songe aux conditions économiques de l'époque, et qu'en définitive la construction des instruments perfectionnés ne pouvait et ne devait venir qu'à la suite du perfectionnement même des industries métallurgiques, des procédés et des machines-outils en usage dans la construction mécanique.

La diminution de la main-d'œuvre rurale et, par suite, l'élévation du taux des salaires, coïncidant avec l'augmentation de travail nécessaire par la terre, qui, donnant plus de fruits, exige plus de soins, enfin les modifications apportées au régime économique, telles sont les principales causes du développement des machines en agriculture.

Nous trouvons les lignes suivantes dans un très bel article publié en 1838, dans le *Journal d'Agriculture pratique* (page 441), par Auguste de Gasparin, député de la Drôme, sur *l'Influence des machines en agriculture* ; il disait à propos des essais de la charrue Granger :

« En voyant marcher la charrue Granger, savez-vous ce qui m'a réjoui ? c'est de voir le laboureur droit et la tête haute, croisant ses bras et fumant sa pipe, suivre le sillon que traçait la machine ; il était grandi d'un pied, d'abord parce qu'il n'était pas courbé sur les mancherons, ensuite parce qu'il sentait qu'il y avait là un affranchissement, et que rien ne relève comme cette pensée. D'autres examinaient l'effet matériel de l'instrument, et, au fond, c'était notre affaire ; mais un sentiment profond m'absorbait ; je ne pouvais me lasser de

regarder mon homme; ce n'était plus un vilain; son front longtemps courbé vers la terre pouvait contempler le ciel; il se promenait comme un gentil-homme, et c'était Granger qui avait signé ses lettres de relief.

« Voilà encore un pas que l'homme vient de faire vers la liberté, vers cette liberté qui se sent, et sous laquelle on respire. Ici, ce ne sont point ces joies d'estaminet et de rues qui ne laissent que des souvenirs pénibles, mais une liberté fondée sur un fait et sur un bonheur. Ainsi l'on voit l'esclavage de l'homme s'abolir par l'emploi de son intelligence, par la disposition qu'il fait des forces de la nature, qui viennent suppléer incessamment à ces efforts, si pénibles pour lui, et d'un si faible résultat.

« Tour à tour la philosophie et la religion, en proclamant les grands principes de liberté et d'égalité, sont restées impuissantes pour les faire prévaloir. Est-ce que l'esclavage n'existait pas à côté de la philosophie antique? Est-ce que l'esclavage n'a pas été importé et maintenu dans nos colonies par des chrétiens, soit qu'ils sortissent de la catholique Espagne ou des États protestants? Est-ce que les meilleurs principes n'ont pas toujours cédé aux nécessités, que dis-je, aux nécessités! aux fantaisies, au café, au sucre, aux plus légers, aux plus futiles tissus? N'est-ce pas pour eux qu'on fait la traite et la guerre, que les noirs s'égorgent et se vendent, que les Européens se combattent? N'est-ce pas pour eux qu'on maintient l'esclavage, soit cet esclavage antique, l'esclavage du glaive, soit cet autre esclavage, l'esclavage de l'argent qui ne tue pas, mais qui laisse mourir, cet esclavage héréditaire de l'habitude, de la naissance, de la faiblesse, de l'abrutissement?

« Ainsi les théories morales et religieuses, isolées du concours des sciences positives, seraient sans effet pour la rédemption temporelle de l'humanité; l'homme resterait l'esclave de la nature s'il n'apprenait à la dompter. C'est de son intelligence seule qu'il doit attendre sa liberté; c'est de ses efforts scientifiques que doit sortir le nouvel ordre social, la grande émancipation que l'inquiétude des masses entrevoit, mais ne peut s'expliquer encore. »

Et plus loin il ajoute :

« Jusqu'ici, l'inquiétude sociale a cherché des remèdes à sa position dans des renversements de trônes et dans des croyances religieuses, et, à chacun de ces actes impuissants, la joie publique exaltée s'est écriée : « Le pays est sauvé ! » et le pays, toujours sauvé, s'est trop souvent trouvé le lendemain dans une position plus précaire. Mais ce n'est ni de trône, ni de république, ni de ministres, ni de batailles, qu'il peut être désormais sérieusement question; le genre humain, ennobli par l'étude, vient de briser ses fers; des forces immenses et jusqu'ici inconnues viennent lui prêter leur appui; son émancipation se proclame au bruit des machines industrielles; il vient revendiquer des droits suspendus par sa première chute. Voilà le grand événement qui se prépare, qu'on ne comprend

pas assez, qui bouleverse les esprits, surprend les intelligences et jette le vertige dans les sociétés modernes... »

Pourtant le peuple attribue ses misères aux machines; l'opinion générale est que *la machine coupe les bras de l'ouvrier*, et, dans les jours de sédition, la populace se rue sur les machines des grands ateliers et des grands chantiers pour les détruire avec plaisir! Il y a là un malentendu regrettable que l'instruction obligatoire de la masse des travailleurs aurait déjà dû faire cesser; non, la machine n'est pas l'ennemi de l'ouvrier, elle élève, au contraire, son rôle dans l'activité humaine, elle lui permet de développer son intelligence, elle l'ennoblit comme le disait si bien de Gasparin.

Il est incontestable que les progrès de la culture sont intimement liés avec ceux de l'outillage agricole, et, dans le cours de l'histoire, nous pouvons constater une amélioration très marquée dans la vie des travailleurs des champs; les meilleurs procédés de culture et l'emploi des machines ont donc contribué à l'amélioration du sort des ouvriers. D'après Vauban « le commun du peuple ne mangeait pas de viande *trois fois par an* ». Bouchardat estimait, en 1849, que dans la plupart des ménages de laboureurs et de vignerons, on mangeait de la viande deux fois par semaine (presque toujours c'était du porc salé), et encore la quantité était très faible, 100 à 150 grammes au plus par homme pour chacun des deux jours, alors qu'à cette époque le cavalier français recevait 285 grammes. « Il y a cent cinquante ans, ajoutait Bouchardat en 1849, 8486 personnes vivaient misérablement, ou mouraient de faim ou de froid sur le même pays qui en nourrit aujourd'hui 17184 dans un bien-être admirable, si on le compare à l'état ancien. »

Il faut songer qu'un ouvrage est toujours de meilleure qualité quand il est effectué à la main ou à bras, lorsque l'intelligence du travailleur dirige son énergie en la modifiant à chaque instant suivant les besoins; dans cet ordre d'idées, on peut comparer les qualités du labour à la bêche avec celui de la charrue; de même pour les binages et les travaux de récolte effectués à bras ou à l'aide de machines; il suffit, enfin, de comparer l'Horticulture avec l'Agriculture. Le travail manuel sera toujours employé quand les récoltes atteignent des valeurs maxima comme en horticulture, en arboriculture, dans les vignobles de grand cru, qui utilisent relativement beaucoup moins de machines que les vignobles ordinaires mais à grand rendement. La perfection du travail manuel se traduit par une augmentation de produit; un jardinier soignant les plantes d'une case de végétation obtient des rendements qui, ramenés à l'hectare, donnent des chiffres fantastiques; malheureusement la main-d'œuvre, ramenée aussi à l'hectare, ne pourrait jamais être payée par la vente des produits au cours habituel. Enfin on ne trouverait même pas la main-d'œuvre nécessaire: pour donner chaque année un seul labour à la bêche à nos 26 000 000 d'hec-

tares soumis actuellement à la charrue, il nous faudrait plus d'un milliard de journées d'ouvriers ! Toute la population de la France ne suffirait pas pour cultiver le pays par les procédés manuels de l'horticulture.

L'Agriculture est donc obligée de sacrifier la qualité de l'ouvrage pour en effectuer la quantité nécessaire ; elle remplace le travail manuel par l'énergie demandée à plus bas prix aux attelages et enfin, dans certains cas, aux moteurs inanimés. Mais ces transformations ne s'effectuent que petit à petit, non pas par une sage prévoyance de l'avenir, avec une idée de progrès, mais sous l'influence de l'impérieuse nécessité.

Souvent l'agriculteur attend tellement longtemps avant de se décider à une modification qu'il est ruiné au moment de l'entreprendre ; il cède alors la place à d'autres qui tirent profit de la situation ; les désastres fonciers causés par le phylloxéra en sont une preuve relativement récente : ceux qui n'ont pas voulu entreprendre de suite la reconstitution ont été ruinés, alors que leurs successeurs, qui avaient acheté à bas prix, ont eu des années prospères entraînant un mouvement général qui devait fatalement amener des années de mévente, l'offre dépassant la demande, sans compter que la monoculture constitue un admirable terrain pour le développement des parasites animaux ou végétaux contre lesquels on ne peut lutter qu'en augmentant les frais de production.

Nous arrivons à cette conclusion qu'une amélioration a eu comme point de départ une perte ; puis elle se traduit par un accroissement de revenu des particuliers, ou de richesse du pays ; mais, d'un autre côté, cette augmentation ne peut être que temporaire, et il faut toujours songer qu'il conviendra de modifier à nouveau, au bout d'une certaine période, afin de se mettre en harmonie avec les conditions économiques du pays qui changent incessamment.

Dès la fin du ^{xviii}^e siècle, on se préoccupait, en Angleterre, des machines à moissonner et plusieurs modèles furent proposés et construits ; cependant les fermiers anglais n'y attachèrent aucune importance, disposant à l'époque de la récolte d'une main-d'œuvre suffisante fournie par des escouades d'Irlandais ; mais lors du développement de la maladie de la pomme de terre, qui atteignait directement les Irlandais dans la partie principale de leur alimentation, ce peuple fut tant éprouvé par la mortalité, puis diminué encore par l'émigration en Amérique, que les fermiers anglais, ne disposant plus de main-d'œuvre suffisante, s'adressèrent aux mécaniciens pour leur demander les machines qu'ils avaient jusqu'alors dédaignées.

De même aux États-Unis les faucheuses et les moissonneuses, qui étaient proposées depuis longtemps, n'ont été demandées et ne se sont répandues qu'après la guerre de sécession ; semblable fait s'est passé en France à la suite de la guerre de 1870-1871.

Lors des difficultés de la moisson en juillet 1903, qui coïncidaient avec la

diminution de la valeur de la paille, on demanda des machines nouvelles; le programme indiqué par les agriculteurs (M. Brandin, Société Nationale d'Agriculture; séance du 26 juillet 1905) s'applique à ce qu'on appelle les headers ou espigadoras, dont les premiers modèles ont cependant figuré à l'Exposition universelle de Paris, en 1878, sans avoir pu attirer l'attention des agriculteurs; à cette époque, ceux-ci ne voulaient pas écouter ni comprendre que ces machines répondaient à certaines conditions vers lesquelles la France doit s'acheminer peu à peu; des étapes ont déjà été franchies: l'emploi obligatoire des moissonneuses-javeleuses, puis celui des moissonneuses-lieuses et des batteuses laissant la paille aussi belle que possible, et il est à prévoir qu'il conviendra d'apporter prochainement de grandes modifications aux procédés et au matériel de récolte et de traitement des céréales.

En un mot, les machines ne font leur apparition dans une ferme qu'après le départ des ouvriers; il y a là deux faits connexes que les orateurs des réunions populaires ne manquent pas d'exploiter à leur profit, mais en ayant soin de jeter une confusion entre la cause et l'effet.

Nous pouvons chercher les relations qui existent entre les variations subies par les salaires des ouvriers et le nombre des machines employées par la culture; nous verrons plus loin ce qui est réservé à l'avenir par le groupement des agriculteurs pour l'achat et l'utilisation en commun de diverses machines.

La commission anglaise, chargée en 1893 de faire une enquête sur la dépression de l'agriculture de la Grande-Bretagne, a montré dans son rapport (1) du 3 juillet 1897 que la valeur des produits agricoles avait subi pendant ces vingt dernières années une baisse de :

- 40 p. 100 pour le blé, l'orge et l'avoine (ensemble).
- 50 — pour le blé (seul).
- 24 à 40 p. 100 pour la viande de bœuf.
- 20 à 30 — pour le mouton.
- Près de 30 p. 100 pour le lait, le beurre et le fromage.
- 50 p. 100 pour la laine.
- 20 à 30 p. 100 pour la pomme de terre, etc.

et le rapport constate que les conditions matérielles du salarié se sont partout améliorées en Grande-Bretagne et que cette amélioration est due, dans une certaine mesure, à l'augmentation des salaires ainsi qu'à l'abaissement des prix des produits nécessaires à la vie.

(1) Ce rapport a été analysé par M. Henry Rostaing, dans le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France*, n° 2, 15 janvier 1898, p. 137.

L'enquête fait ressortir ainsi le nombre des salariés agricoles et la population totale de la Grande-Bretagne en 1861 et en 1891 :

	1861	1891
Population totale	26 072 000	33 028 000
Salariés agricoles	1 161 000	919 000

Chiffres qui nous permettent de faire les rapports suivants :

Nombre de salariés agricoles pour 10 000 habitants. *	445	278
Nombre relatif de salariés agricoles.	100	62

Ainsi, dans l'espace de trente ans, les ouvriers agricoles ont diminué de 38 p. 100; si l'on tient compte de l'augmentation de la population, la diminution est des plus sensibles, car, au lieu d'avoir 445 salariés agricoles par 10 000 habitants, comme en 1861, il n'y en a plus que 278 en 1891, soit une diminution de 167 travailleurs ruraux qui se sont adonnés à d'autres industries.

La diminution du nombre des ouvriers agricoles a eu une répercussion sur les salaires, bien qu'il y ait quelques districts où ces derniers ont un peu baissé. Dans le Suffolk, les journaliers gagnent de 2 fr. 30 à 3 fr. 45 de moins par semaine; mais en Ecosse, les salaires se sont bien maintenus, et il y a une augmentation dans le pays de Galles, le Northumberland, etc. Le rapport anglais établit aussi que le coût de la main-d'œuvre a pu s'élever sans augmentation apparente du prix des salaires, parce que les ouvriers actuels donnent une moins grande somme de travail par jour, et l'opinion générale des fermiers est qu'en un temps donné on fait actuellement moins de travail qu'autrefois.

Cependant, certains comptes de culture indiquent, dans leur ensemble des dernières années, une diminution de la dépense totale de la main-d'œuvre, par suite de l'emploi obligatoire des machines, mais surtout par la suppression de tous les travaux qui ne sont pas absolument indispensables. Dans certains cas, la décroissance des dépenses en main-d'œuvre est telle qu'elle provient d'un changement radical du système de culture.

Enfin, l'enquête anglaise de 1893 établit qu'à ce moment la dépense en main-d'œuvre représentait au moins 30 p. 100 de la dépense totale de l'exploitation (en France, ce chiffre serait plus élevé), les engrais représentant de 20 à 30 p. 100 des frais totaux.

Dans son rapport général sur l'agriculture à l'Exposition universelle de 1900, M. L. Grandeaup dit, page 482, que « la diminution constante du nombre des ouvriers agricoles en Angleterre a pour résultat que les offres du travail sont moins nombreuses que les demandes. Aussi les salaires ont-ils suivi la progression ascendante que montre le tableau suivant :

	Salaires relativement à la rente et au profit.		
	1875-1881.	1882-1888.	1889-1895.
Profit net (rente, bénéfice du fermier).	100,0	100,0	100,0
Proportion de l'ensemble des salaires au profit net.	55,3	72,0	120,2
Proportion (p. 100) des salaires à la somme totale divisée entre le propriétaire (rente), le fermier (profit) et l'ouvrier rural (salaire).	35,6	41,9	54,6

« Lors de l'enquête de 1893, un agriculteur du Norfolk déclara « qu'il payait autrefois en gages à ses laboureurs la moitié du prix de la rente et que c'est le double de la rente que ce total représenterait maintenant. »

Selon un rapport du Board of Trade (1), les salaires moyens hebdomadaires, y compris la valeur de toutes les allocations en nature, appliqués à des hommes adultes, aptes au travail (à l'exclusion des régisseurs, contremaîtres et ouvriers travaillant accidentellement dans les exploitations agricoles), étaient dans le Royaume-Uni, en 1903-1904 (2) :

	fr. c.
Angleterre	20 22
Pays de Galles	20 42
Écosse	22 34
Irlande	12 50

Les salaires sont bien moins élevés en Irlande qu'en Angleterre, dans le pays de Galles ou en Écosse; mais il faut ajouter que l'ouvrier irlandais a son logement et son combustible à meilleur marché et que fréquemment il loue de la terre, sur laquelle il cultive des pommes de terre et élève des porcs, des

(1) Rapport de M. Wilson Fox sur les conditions générales du travail agricole dans le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande. *B. Off. Tech.*, avril 1905.

(2) Le tableau suivant donne la moyenne de la nourriture hebdomadaire d'un *ouvrier agricole, de sa femme et de ses quatre enfants*. (Il est entendu que les chiffres représentent la valeur des aliments consommés, qu'il s'agisse d'articles achetés, produits à la ferme, ou reçus comme allocations en sus des paiements en espèces, les valeurs étant dans tous les cas calculées d'après les prix de la vente au détail; par suite, les chiffres ne représentent pas nécessairement la somme effectivement prélevée sur son salaire par un ouvrier agricole pour la nourriture de sa famille) :

	fr. c.
Angleterre	15 70
Écosse	17 60
Irlande	12 40

Les loyers ordinairement payés dans les districts purement agricoles de l'Angleterre et du Pays de Galles varient de 1 fr. 20 à 2 fr. 40 par semaine, le prix de 1 fr. 80 étant le plus usuel. Dans le voisinage des villes ou des mines, ils sont cependant plus élevés. En Irlande, le loyer le plus ordinairement payé pour les cottages ouvriers dans les districts ruraux est de 1 fr. 20 par semaine. En Écosse, la plupart des domestiques de ferme, mariés, reçoivent le cottage gratis comme partie de salaire. Les employeurs estiment ordinairement la valeur de cette allocation de 76 à 126 francs par an.

chèvres, de la volaille et quelquefois des vaches. Les ouvriers faisant partie du personnel régulier des fermes irlandaises vivaient aussi plus confortablement que quelques-uns des petits cultivateurs anglais; dans quelques districts, les ouvriers employés seulement temporairement par les fermiers, ou ceux qui prennent du travail à la tâche, souffrent du chômage pendant les mois d'hiver.

Dans maints districts de l'ouest de l'Irlande, on rencontre très peu de salariés agricoles, les exploitations y étant généralement petites et mises en valeur par les propriétaires et leurs familles. Un grand nombre de ces petits cultivateurs avec leur fils et, dans une certaine mesure, leurs filles, ainsi que quelques ouvriers agricoles, vont travailler dans certains comtés d'Angleterre et de l'Écosse au printemps, en été et en automne.

En Angleterre et dans le Pays de Galles, l'augmentation moyenne du taux des salaires hebdomadaires en argent payés dans 69 fermes, de 1850 à 1904, a été de 57 p. 100; pour 10 fermes en Irlande elle a été de 80 p. 100.

Le tableau suivant indique la variation des salaires dans ces exploitations de 1850 à 1904, le chiffre 100 étant attribué aux salaires de l'année 1900.

Pays.	1850.	1860.	1870.	1880.	1890.	1900.	1903-1904.
Angleterre et Pays de Galles (69 fermes).	64	76	82	91	90	100	101
Écosse (6 fermes).	50	60	71	85	91	100	103
Irlande (10 fermes).	56	63	71	81	90	100	101

La situation critique de l'agriculture anglaise a été mise en évidence par M. Rider Haggard à la suite d'enquêtes approfondies poursuivies auprès des agriculteurs des divers comtés du Royaume-Uni. M. de Monicault a analysé devant la Société nationale d'Agriculture (4^{er} avril 1903) l'ouvrage de M. Rider Haggard, insistant surtout sur quelques-unes des idées principales qui s'en dégagent. On retrouve dans ce livre : *A Farmer's Year*, les échos des sentiments unanimes des agriculteurs anglais, et la lecture de ces doléances n'est certes pas réconfortante.

Le tableau qui est tracé de l'agriculture anglaise est des plus sombres. Un point en particulier sur lequel l'auteur insiste vivement est celui relatif à la triste situation de la population rurale; la quantité et la qualité de la main-d'œuvre agricole ont diminué et diminuent sans cesse.

M. Rider Haggard se demande s'il n'y aurait pas lieu de réduire l'étendue des exploitations agricoles dans un certain nombre de régions. Or, M. de Monicault, depuis quelque temps déjà, à maintes reprises, a posé cette même question pour les régions du centre de la France où le métayage prédomine. Combien de domaines encore aujourd'hui sont constitués comme à l'époque où la famille du métayer comprenait de dix à douze personnes? aujourd'hui, cette famille, réduite trop souvent de moitié, est incapable de cultiver le domaine d'autrefois. Ne faudrait-il pas réduire les étendues réservées à chaque métayer? C'est une très grave question pour le propriétaire, une modification qui ne peut se faire que

très lentement; elle est nécessaire dans certaines régions de la France (1).

Voici les conclusions de M. Rider Haggard : « Aujourd'hui, nombreuses sont les régions de l'Angleterre devenues désertes; les anciennes terres livrées à la culture ont été transformées, dans un but de luxe, pour le sport, pour la chasse en particulier. L'Angleterre ne sera bientôt plus qu'un grand parc de chasse, où de grandes villes seront séparées les unes des autres par des pelouses, dont l'homme aura disparu. Dès maintenant on peut dire que ce n'est plus la terre qui fait vivre l'homme, mais l'homme qui fait vivre la terre. Quant aux ouvriers qui restent encore dans les campagnes, ce ne sont que des fripons ou des infirmes. Telle est la situation de l'Angleterre, que le xix^e siècle a léguée au xx^e. »

Sans doute, ce tableau est poussé au noir, bien que trop d'enquêtes récentes ont montré l'agriculture anglaise sous ce même jour. Mais enfin, comme l'a fait observer M. Levasseur, il y a encore des fermiers en Angleterre; est-il vraisemblable que les milliers de fermiers, qui paient la rente de la terre, ne recherchent aux champs que la simple satisfaction de leurs goûts sportifs? On peut bien penser que, malgré toutes les séductions de la carrière agricole, il n'y aurait bientôt plus d'agriculteurs outre-Manche, si le fermage y menait infailliblement à la ruine (2).

Le salaire des ouvriers de France varie de 1 à 3 (rapports entre les départements à hauts et à bas salaires); aux États-Unis, en 1893, les salaires variaient de 1 à 2,6 suivant les régions; en moyenne, les ouvriers agricoles non nourris, touchaient :

États.	Prix moyen par mois.	Prix moyen de la journée d'ouvrier agricole non nourri.	
		En temps de moisson	En temps ordinaire.
		fr. c.	fr. c.
Du Pacifique	130 à 180 francs.	11 00	8 50
De l'Est	90 à 140 —	9 00	7 00
Du Centre	80 à 120 —	7 50	5 00
De l'Ouest	77 à 110 —	8 50	6 00
Du Sud	50 à 80 —	3 50	3 90

Dans les plus petites exploitations de l'Illinois et de l'Indiana, le salaire de

(1) Dans ce même ordre d'idées et répondant aux mêmes préoccupations, nous rappellerons la très intéressante étude publiée dans le *Journal d'Agriculture pratique* du 19 octobre 1892, par notre collègue M. A.-Ch. Girard : *La transformation du métayage en Dordogne*.

(2) En tous cas, l'Angleterre est obligée aujourd'hui de demander à l'étranger céréales et viandes pour l'alimentation de ses habitants. Comment se ravitaillerait-elle en temps de guerre? C'est là une question qui préoccupe vivement les Anglais. Quelles mesures prendre? On propose l'établissement de magasins généraux, qui exigeraient une avance considérable. A supposer même que l'Angleterre arrive à se ravitailler, peut-on prévoir la hausse des denrées, et la situation qui serait faite aux classes pauvres? L'Angleterre a fait une faute colossale en croyant qu'il suffit d'avoir de l'argent et à ne pas assurer la culture de son territoire pour fournir les aliments nécessaires à sa population.

L'ouvrier non nourri n'est jamais inférieur à 100 francs par mois; il faut dire que très souvent, lors des chômages de l'hiver, l'ouvrier est renvoyé, ou, s'il reste à la ferme, il ne reçoit que le logement et la nourriture en échange des quelques soins qu'il donne au bétail. Ajoutons que l'ouvrier agricole américain est plus éveillé, plus actif que le nôtre, qu'il lit et écoute beaucoup, cherchant l'occasion de s'établir à son compte pour imiter ses concitoyens connus qui ont fait rapidement fortune.

Pour une culture de 25 hectares aux États-Unis il fallait autrefois cinq hommes; aujourd'hui on obtient des récoltes plus abondantes sur le même domaine avec un seul homme qui n'a qu'à diriger le travail, un attelage et les machines nécessaires; il ne faut pas en conclure qu'on a réduit la main-d'œuvre rurale dans le rapport de 4 à 5, mais que l'étendue cultivée a passé de 4 à 5 avec la même main-d'œuvre. Ce qui précède montre que les machines ont été indispensables à la vitalité de la culture américaine.

Comme comparaison avec les documents précédents, citons les chiffres suivants du salaire annuel moyen des ouvriers agricoles, non nourris, dans différents pays (selon le docteur Ramm, professeur à l'Académie agricole de Poppeisdorf (Allemagne), 1900) :

États-Unis	1 467 francs.
Angleterre	780 —
Belgique	594 —
Hollande	520 —
Allemagne	468 —
Russie	312 —
Italie	260 —

Aux Indes, le salaire d'un ouvrier rural, non nourri, oscille de 15 à 20 francs par mois.

En France, le salaire moyen de l'ouvrier agricole (non nourri) est sensiblement le même qu'en Angleterre et dans le Pays de Galles, soit 80 francs par mois.

Au sujet de la main-d'œuvre agricole disponible, nous pouvons donner les chiffres suivants, tirés de deux communications de M. Brandin à la Société nationale d'Agriculture; ils sont des plus significatifs pour deux communes du département de Seine-et-Marne :

	Commune de	
	Réau.	Larchant.
Superficie totale (hectares)	—	3 039
— cultivée (hectares)	1 243	1 760
Nombre d'habitants	450	642
— d'électeurs (8 mai 1898)	117	190
— d'agriculteurs, propriétaires, journaliers et tâcherons.	36	87
— de jeunes ouvriers de 15 à 20 ans.	14	—
— d'hectares cultivés pour un agriculteur de la commune.	25	20

Ces deux communes sont donc obligées d'avoir recours à la main-d'œuvre étrangère, ou aux machines, afin de pouvoir effectuer les travaux de la culture intensive des environs de Paris. Aussi cela explique le grand nombre d'ouvriers étrangers venant aider la culture française; en 1900, on estimait que 420 000 ouvriers belges résidaient en France d'une façon permanente, et que 45 000 y travaillaient l'été seulement pour rentrer passer l'hiver en Belgique. Dans les années défavorables à l'emploi des machines, ce nombre est insuffisant et fin juillet 1905 les ouvriers demandaient jusqu'au double du prix ordinaire pour couper les blés versés, c'est-à-dire jusqu'à 50 et 60 francs par hectare dans les départements situés aux environs et au nord de Paris.

Dans une communication faite à la Société nationale d'Agriculture (14 décembre 1904), notre confrère, M. Brandin, a montré que pour l'arrondissement de Melun (69 000 hectares labourés) il était nécessaire de disposer, au minimum, sur près de 2 400 000 journées d'ouvriers par an, soit le travail annuel de près de 8 000 hommes; la population locale n'en comptant que 6 459, il y a insuffisance de 1 467 hommes, fournis par les ouvriers agricoles étrangers (Belges et Suisses); si cette immigration était entravée ou interdite par des dispositions législatives qu'on propose, la culture modifierait son assolement afin de mettre ses procédés et ses travaux en harmonie avec la quantité de main-d'œuvre locale disponible.

Les ouvriers ruraux désertent les champs pour les villes; on y voit, avec raison, l'influence de la caserne, et c'est pour ce motif que certains ont proposé de mettre les garnisons en pleine campagne, ce qui est impossible. On semble mieux réussir par la persuasion; l'organisation récente des conférences agricoles, faites aux soldats avec le plus grand dévouement par des officiers et des fonctionnaires de la Direction de l'Agriculture, semble promettre beaucoup pour l'avenir.

Malgré tout il faut constater, selon une expression très heureuse de M. Cheysson, « que les villes jouent le rôle de pompes aspirantes », et que l'ouvrier quitte volontiers les champs, avec des rêves d'âge d'or, pour s'engouffrer dans la ville, y traîner le plus souvent son existence d'une façon misérable en échange de quelques satisfactions aléatoires. Ajoutons que l'agglomération des ouvriers dans les villes et dans les usines constitue un terrain des plus favorables aux discordes et aux désordres qui, généralement, ne profitent qu'à quelques malins camarades.

Depuis longtemps le législateur se montre peu sympathique à l'industriel; à force de traiter ce dernier comme un ennemi, la fréquence des dissensions parmi les travailleurs des usines se traduira fatalement par une réduction de la main-d'œuvre industrielle.

Voici ce que disait, à ce sujet, M. Ph. Delahaye (1) :

(1) *Revue industrielle*, 25 mars 1905.

« Il faut bien reconnaître que la transformation de l'aménagement et de l'outillage des usines, déterminée quelquefois par des considérations humanitaires, a eu le plus souvent pour but de soustraire l'industriel aux exigences de ses ouvriers, et, comme ces exigences ne font que croître et embellir, l'industriel s'appliquera sans relâche à s'en affranchir, par l'emploi des machines et des moteurs inanimés. L'idée de plus en plus haute que les travailleurs de toutes les professions se font de leur importance, leur tendance à se considérer comme indispensables, leur prétention à être les maîtres et non de simples exécutants, les encouragements et les excitations que leur prodiguent à la moindre occasion les professionnels de la politique, les grèves enfin, font une obligation aux patrons de prendre leurs précautions, et une des premières mesures qui s'imposent est de rendre le travail aussi indépendant que possible des travailleurs en en limitant le nombre. S'il est naturel, comme le déclarait, il y a quelques jours au Sénat, M. Prevet, que les ouvriers d'une industrie cherchent à profiter des circonstances pour obtenir des salaires plus élevés, on ne saurait refuser à l'industriel le droit de défendre ses intérêts, alors qu'ils sont menacés un peu par tout le monde. »

Ainsi, à la manufacture Armour, de Chicago, où (en 1893) l'on tuait par an 1 750 000 porcs, sans compter les bœufs et les moutons, le raclage des animaux était fait à la main par de nombreux ouvriers, et ce n'est qu'à la suite de grèves qu'on installa de grandes machines, composées d'un certain nombre de cylindres munis de raclettes en acier, disposées obliquement afin d'agir sur toutes les parties du corps de l'animal que déplace une chaîne sans fin à laquelle il est accroché; à la sortie de la machine il suffit d'un petit nombre d'ouvriers pour achever le travail.

Lors de mon passage à Pittsburg, je visitais une usine dont le patron venait de reprendre ses ouvriers après deux ou trois jours de grève; il avait accordé tout ce qu'on exigeait, « car, me disait-il, j'ai fait mon calcul : en ne cédant pas je perds tant par jour; j'ai donc repris tous les ouvriers, mais je viens de commander des machines, très coûteuses, à l'aide desquelles je ferai à l'avenir mon travail avec le tiers ou peut-être la moitié des ouvriers en moins. »

La masse des ouvriers ferait bien de méditer ces choses et devrait comprendre qu'on ne peut, pour un même résultat industriel, augmenter les salaires en maintenant le même personnel, qu'à la condition que l'acheteur consente à payer plus cher le produit fabriqué; or ce n'est pas le cas et le consommateur, quel qu'il soit, cherchera toujours la marchandise au plus bas prix, en s'adressant sans aucune difficulté aux produits venant de l'étranger.

Il est certain que l'engouement des travailleurs pour les villes se ralentira automatiquement par suite de la diminution du travail, du chômage de plus en plus fréquent et, malheureusement, par la misère; les discours, les conseils

n'y peuvent rien faire, l'homme ne se modifiant que par une leçon, et d'autant plus rapidement que cette dernière est plus dure; il y a là un enchaînement fatal. Ce n'est que quand elle sera réduite à la pauvreté et à la misère, aussi bien physique que morale, que la masse des travailleurs fera retour dans les campagnes.

En Angleterre, où l'industrie a tué l'agriculture, on peut dire que le pays s'est appauvri : pour se nourrir en 1880, l'Angleterre achetait à l'étranger pour 3 milliards 750 millions d'aliments, alors qu'en 1904 il lui en fallait pour 6 milliards 350 millions, tout en restant à la merci d'une complication internationale.

Notre confrère, M. E. Cheysson, dans une remarquable étude sur la *Crise du revenu et l'Ère du travail* (1), montre qu'« alors que le revenu du capital s'abaissait avec une implacable régularité, et, dans ces derniers temps, avec une nouvelle accélération, le revenu du travail allait au contraire en progressant d'une manière continue ». Les salaires, en effet, se sont élevés à la fois dans toutes les industries et dans tous les pays, et M. Levasseur admet qu'en France les salaires ont en moyenne doublé depuis soixante ans.

D'une façon générale, dans ces dernières années, la valeur relative des salaires se serait élevée dans le rapport de 100 à 111, pendant que celle du sol baissait de 100 à 93; c'est-à-dire que le capital foncier aurait perdu 5 p. 100 et le salaire aurait gagné 11 p. 100.

Parallèlement à cette hausse des salaires, on a été obligé d'augmenter l'outillage et on peut s'en rendre compte pour ce qui concerne notre pays; en calculant le nombre de machines employées par 100 hectares occupés par certaines cultures, d'après les statistiques officielles de 1882 et de 1892, on a :

Machines et cultures.	Nombre de machines par 100 hectares en	
	1882	1892
Charrues : Terres labourables	12,5	14,4
Semoirs : Céréales et racines.	0,17	0,30
Houes : Racines et tubercules.	10,3	11,0
Faucheuses : Prairies naturelles et artificielles, fourrages verts (non compris les herbages pâ- turés).	0,23	0,46
Moissonneuses : Céréales.	0,10	0,16
Batteuses : Céréales (moins le maïs).	1,43	1,63

Si l'on cherche le nombre d'hectares sur lesquels travaillent, en moyenne, les différentes machines, on a :

(1) *Revue politique et parlementaire*, novembre 1897.

Machines.	Surface en		Cultures.
	1882 Hectares.	1892 Hectares.	
1 charrue par.	8	6,94	Terres labourables.
1 semoir.	588	383	Céréales et racines.
1 houe.	9,70	9,09	Racines et tubercules.
1 faucheuse.	434	217	{ Prairies naturelles et artificielles, four- rages verts moins les herbages pâturés.
1 moissonneuse.	1000	555	
1 batteuse.	69	61	Céréales.
			Céréales, moins le maïs.

Ces deux tableaux, calculés par notre camarade M. Marsais (1), montrent que nous sommes assez bien outillés en ce qui concerne les charrues, les houes et les machines à battre. Il en est autrement si nous considérons les semoirs, les faucheuses et les moissonneuses, bien que leur nombre ait été presque doublé dans ces dix dernières années.

Les exemples, même très récents, ne manquent pas à l'appui de notre thèse pour démontrer que notre matériel agricole est appelé à augmenter; rappelons les causes du développement des moissonneuses, des faucheuses et des moissonneuses-lieuses, les modifications apportées à la culture de la vigne, etc. Dès la constatation du phylloxéra et après l'étude de l'insecte, les savants qui s'occupèrent de la question montrèrent l'utilité des insecticides, et les viticulteurs demandèrent aux mécaniciens des appareils et des machines pour traiter les vignes au sulfure de carbone; les *pals injecteurs* et les *charrues sulfureuses* furent inventés; la découverte du procédé de submersion amena un grand mouvement dans l'installation des *pompes à vapeur*. Peu après le mildew fait son apparition; on constata que les sels de cuivre sont efficaces, surtout en traitements préventifs, pour enrayer le mal; la bouillie bordelaise et d'autres mélanges à base de sulfate de cuivre furent à peine imaginés, qu'immédiatement on fit appel au mécanicien pour qu'il établisse des *pulvérisateurs*.

On demandait d'abord des pulvérisateurs à dos d'homme; il fallut ensuite des machines à grand travail, mues par un animal, afin d'effectuer les traitements sur une grande surface par jour.

La reconstitution des vignobles par les cépages américains avait fait diminuer l'importance des charrues sulfureuses; mais, par suite du puissant système radiculaire de ces vignes, on devait planter les boutures dans un sol profondément ameubli; il a fallu inventer des *charrues pour labours profonds*, mues par *treuils* à manège ou à vapeur. On replanta à grand écartement, ce qui nécessitait des pulvérisateurs à grand travail. La reconstitution se fit en vignes françaises greffées sur cépages américains, ce qui conduisit les constructeurs à établir des *machines à greffer*.

(1) Communication à la Société nationale d'Agriculture. — Séance du 24 novembre 1897.

Ainsi reconstituée sur une racine américaine, la vigne française pousse très vigoureusement; les sarments encombrant le viticulteur, qui, ne pouvant arriver à s'en débarrasser, demanda des machines pour les *broyer* afin de pouvoir les incorporer au sol dans les façons culturales.

Les *houes*, les *scarificateurs* et les *charrues vigneronnes* se sont perfectionnés, sont devenus plus puissants pour cultiver le vignoble d'une façon intensive.

En même temps la propriété viticole s'était reconstituée sur de plus larges bases, les petits propriétaires avaient disparu, ruinés par le phylloxéra; seul, celui qui disposait de l'instruction nécessaire et des capitaux indispensables pouvait entreprendre de nouvelles plantations et, comme la vigne avait plus de vigueur, la récolte étant en proportion, il a fallu modifier les *pressoirs*: on chercha à les construire pour un travail continu. Enfin, pendant les dernières années de diminution de production du vin, le goût du public s'était modifié; il demandait de préférence des vins blancs, surtout dans la crainte de la fraude des vins rouges, les mécaniciens furent donc obligés de chercher à établir des pressoirs capables de faire des vins blancs avec des raisins rouges.

Toutes les modifications ou tous les perfectionnements apportés aux cultures entraînent un mouvement correspondant dans le matériel agricole. La législation de 1884 obligea le fabricant de sucre à ne traiter que des betteraves riches, le botaniste en chercha alors de nouvelles variétés et le mécanicien fut obligé de modifier les *charrues pour labours profonds* et les *arracheurs* de betteraves, dont l'intérêt a brusquement diminué à la suite de la Convention de Bruxelles, en 1903, entraînant un nouvel état de choses dans les pays producteurs de betteraves à sucre.

La culture de la *pomme de terre*, sous l'impulsion des beaux travaux d'Aimé Girard, prit une extension telle, que l'agriculteur demanda des machines à planter et à arracher le tubercule.

On reconnut des mérites à l'ajonc, ce *sainfoin des terres pauvres*; ce fut vers 1893 le commencement d'un mouvement en faveur du perfectionnement des *broyeurs d'ajonc*.

La généralisation de l'emploi des engrais chimiques (due surtout aux champs de démonstration et aux syndicats agricoles) justifie l'importance et les perfectionnements des *distributeurs d'engrais*.

Il y aurait encore beaucoup à dire, dans ces vues générales, sur les applications agricoles des moteurs à explosions et des machines électriques, qui sont appelées à permettre l'utilisation de cette énorme quantité de travail mécanique que nos cours d'eau entraînent en pure perte à la mer, sans grand profit pour l'activité nationale.

Si le nombre des maisons françaises de construction du matériel agricole est resté sensiblement le même dans ces dernières années, les types de machines

fabriquées augmentent au contraire, et il est à prévoir que ce mouvement se continuera dans l'avenir. A chaque nouvelle découverte de la science, à chaque modification économique, les agriculteurs, obligés d'employer d'autres méthodes de culture, réclament des constructeurs des machines nouvelles, de telle sorte qu'à l'inverse de ce qui se passe pour les manufactures, le matériel agricole est appelé à devenir de plus en plus complexe.

En effet, pour une usine, pour une industrie quelconque, qui n'opère que sur des matières bien déterminées, les différents types de machines-outils qui effectuent le travail se sélectionnent peu à peu et le matériel se simplifie, car le travail est le même sur un point quelconque du pays; la mouture des grains, ou le travail du fer, par exemple, sont des ouvrages identiques qu'ils s'effectuent au midi ou au nord de la France.

En agriculture, au contraire, les conditions diverses de sol, de climat, de culture, de milieu économique, etc., font qu'un groupe de machines, en se perfectionnant, se divise en un nombre de types de plus en plus grand. Il est donc impossible de répondre à une question qui est très fréquente: Quelle est la meilleure machine (charrue, semoir, batteuse, etc.)? On ne peut pas, et même on ne doit pas dire qu'il n'y a dans tel groupe que telle machine de bonne, car cette machine ne peut être recommandable que dans des conditions bien précises, bien déterminées, en dehors desquelles elle est médiocre ou même mauvaise. C'est précisément cette variation qui rend difficile l'étude d'un groupe de machines, car cette étude, pour être profitable, doit reposer sur des données scientifiques, appuyées d'expériences précises.

La différence entre les machines agricoles et les machines industrielles s'accroît quand on les considère au point de vue de la construction. La machine industrielle devant travailler trois cents jours par an et dix heures par jour, doit être établie avec tous les soins possibles, afin d'éviter son arrêt qui entraîne le chômage d'une partie de l'atelier; tandis que la machine agricole ne devant fonctionner qu'une fois, ou, au maximum, trois fois par hectare et par an (et encore sur une partie seulement de l'étendue du domaine), demande à être construite avec une autre méthode. Les moyens mis en œuvre seront, certes, les mêmes en principe général, mais différeront dans leurs applications. C'est l'ignorance de cette loi qui fait dire aux personnes sans jugement que nos machines agricoles ne sont pas *mécaniques*! Le cultivateur, avec son bon sens naturel, se trompe rarement, et c'est avec juste raison qu'il sourit avec indulgence et se détourne d'une machine établie d'une façon *trop mécanique* pour chercher, chez un constructeur plus *pratique* et plus intelligent, la machine dont il a besoin.

MAX RINGELMANN.

(A suivre.)

ARTS MÉCANIQUES

UNIFICATION DES FILETAGES

EXTENSION DU SYSTÈME INTERNATIONAL AUX VIS DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A 6 MILLIMÈTRES

La réunion des délégués des diverses administrations et constructeurs intéressés, provoquée par la circulaire de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, en date du 13 juin dernier, pour établir, entre les constructeurs français, un accord préalable, sur la question de l'unification des filetages des vis de petit diamètre, a eu lieu le 22 juin 1905 dans l'hôtel de la Société et a abouti à la rédaction des règles dont on trouvera ci-après l'exposé succinct, règles que la Société se réserve de soumettre le plus tôt possible à l'acceptation d'une réunion internationale.

Nous reproduisons d'ailleurs également le procès-verbal de cette séance du 22 juin, en y joignant, pour compléter les documents déjà publiés, au sujet de cette question, le procès-verbal de la réunion tenue le 4 avril 1905 par les ingénieurs délégués des compagnies de chemins de fer et le résumé succinct du projet de système universel de filetage proposé par M. Aubaile, dont il a été question dans la séance du 22 juin 1905.

PROJET D'EXTENSION DU SYSTÈME INTERNATIONAL AUX VIS DE PETIT DIAMÈTRE

RÈGLES ADOPTÉES

DANS LA SÉANCE DU 22 JUIN 1905

Par la conférence réunie par les soins de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sur le rapport de la Commission spéciale nommée par cette Société (1).

La série des vis du *système international* adopté par le Congrès tenu à Zurich du 2 au 4 octobre 1898 sera complétée de la façon suivante, en l'étendant

(1) Voir ce rapport et les documents s'y rapportant *Bulletin de la Société d'Encouragement*, septembre 1904 et juin 1905, et les Règles fixées par le Congrès de Zurich dans le *Bulletin* de juillet 1903, p. 32.

aux vis de diamètres inférieurs à 6 millimètres, jusqu'à 1 millimètre inclus.

On admet toutefois la conservation, à titre facultatif, de la série des vis horlogères, dite série Thury, qui peut présenter des avantages pour certaines industries, et qui restera, en tout cas, applicable encore aux vis de diamètres inférieurs à 1 millimètre.

Diamètres et pas. — On adoptera, entre les diamètres de 5,5 millimètres et 1 millimètre inclus, les 12 vis dont les diamètres et les pas correspondants sont indiqués ci-dessous, en millimètres :

Diamètres . . .	5,5 et 5	4,5 et 4	3,5 et 3	2,5 et 2	1,75 et 1,5	1,25 et 1,0
Pas	0,90	0,75	0,60	0,45	0,35	0,25

Forme des filets. — Le filet de ces vis aura la forme d'un triangle équilateral avec troncatures pouvant être arrondies au sommet et au fond; il sera établi suivant les règles posées pour la série internationale, et d'après lesquelles le profil résultant des dimensions indiquées sera un profil limite *par excès* pour la vis pleine et *par défaut* pour son écrou.

Le tableau ci-dessous donne, outre le diamètre et les pas, les diamètres au fond des filets (diamètre des trous de taraudage), l'inclinaison au fond des filets et la largeur du témoin sur l'extrémité du filet, ou largeur de la troncature au sommet des filets après achèvement.

Diamètres.	Pas.	Largeur du témoin.	Diamètres intérieurs.	Inclinaison au fond du filet.
1,25	0,25	0,031	0,70	6° 29'
1			0,95	4° 46'
1,5	0,35	0,044	1,043	6° 5'
1,75			1,295	4° 58'
2	0,45	0,056	1,415	5°
2,5			1,915	4° 16'
3	0,60	0,075	2,220	4° 47'
3,5			2,720	4°
4	0,75	0,094	3,025	4° 30'
4,5			3,525	3° 30'
5	0,90	0,11	3,830	4° 16'
5,5			4,330	3° 48'

Dimensions accessoires. — Étant entendu que ces dimensions ne sont pas imposées d'une façon rigoureuse, et ne constituent que des indications destinées à faciliter la formation d'assortiments de vis uniformes, on pourra adopter les règles formulées ci-après pour la fixation des dimensions principales des parties accessoires de ces vis.

Les têtes cylindriques auront pour hauteur le diamètre même de la vis, et pour diamètre le double de ce même diamètre.

Les têtes à six pans et les écrous correspondants de même forme auront

également pour hauteur le diamètre même de la vis, et pour diamètre le double de ce même diamètre.

Les têtes coniques seront façonnées à l'angle de 84 degrés et surmontées d'une partie cylindrique de diamètre égal au double du diamètre de la vis.

Les fentes des têtes de vis auront pour largeur la valeur du pas de la vis.

*Le Président de la Société d'Encouragement
pour l'Industrie nationale,*

H. LE CHATELIER.

RÉUNION

*Tenue le 4 avril 1905 par les ingénieurs délégués des Compagnies de chemins de fer
pour l'examen d'un projet d'unification du filetage des petites vis, préparé par le
Syndicat professionnel des industries électriques.*

OBJET DE LA RÉUNION

Le système international de filetage qui a été adopté à la suite du congrès de Zurich de 1898 ne concerne que les vis d'un diamètre égal ou supérieur à 6 millimètres.

Il n'avait pas paru utile à cette époque de comprendre dans le système d'unification les vis d'un diamètre plus petit qui étaient d'un usage beaucoup moins répandu dans l'industrie mécanique.

Les petites vis au-dessous de 6 millimètres qui sont généralement désignées sous le nom de vis de la série horlogère, sont actuellement établies suivant des règles diverses qui donnent lieu à des séries différentes dont les plus connues s'appellent : séries Thury, Carpentier, Baudot, etc.

Par suite de l'extension considérable, prise depuis le congrès de Zurich, surtout par l'industrie électrique, l'emploi de ces vis est devenu très grand et le moment a paru opportun d'en entreprendre l'unification.

M. Sartiaux, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, et M. Zetter, membre de la Chambre syndicale, ont à cet effet proposé un système que la Société d'Encouragement a transmis aux compagnies de chemins de fer en les priant de lui donner leur approbation ou de faire connaître les changements qu'elles seraient d'avis d'y voir apporter.

C'est pour répondre à cette demande de la Société d'Encouragement que se sont réunis le 4 avril 1905, les ingénieurs désignés par les Compagnies de chemins de fer pour examiner en commun les dispositions du système proposé.

Étaient présents à cette réunion :

Est : MM. Dumont, ingénieur des services techniques de l'exploitation et Flaman, ingénieur principal des Études du matériel et de la traction.

État : MM. Cailho, ingénieur du service électrique, Barbe, chef du bureau des études, et Geninlé, inspecteur du service du contrôle aux usines.

Midi : M. Sauvare, ingénieur du service central du matériel et de la traction.

Tome 107. — Octobre 1905.

69

Nord : MM. E. Sartiaux, ingénieur, chef des services électriques, Debionne, inspecteur chef du bureau des études des services électriques, et Barbier, ingénieur chargé des essais et des réceptions.

Ouest : M. Dubois, ingénieur du matériel.

Paris-Lyon-Méditerranée : MM. Bouvier, inspecteur principal adjoint de l'exploitation, et Privat, ingénieur principal du matériel.

Paris-Orléans : MM. Jullien, ingénieur du matériel fixe, Paul Dubois, ingénieur des services électriques, et Durant, chef du service du matériel, président de la réunion.

Secrétaire : M. Chéret, inspecteur du matériel et de la traction du chemin de fer de Paris à Orléans.

PROCÈS-VERBAL DE LA RÉUNION

Sur l'invitation du président, M. Sartiaux fait l'historique de l'élaboration du projet d'unification.

Il expose qu'après une étude comparative des différents types de vis en usage dans les administrations et industries diverses, un premier projet a été établi et soumis à l'examen de personnalités particulièrement compétentes, MM. le général Sebert, Marre, constructeur, Sauvage, ingénieur en chef des mines.

A la suite des observations auxquelles donna lieu cet examen, et pour tenir compte autant que possible des objections des industriels aux changements que l'unification doit apporter dans leur fabrication et dans leur outillage, il parut nécessaire d'apporter quelques modifications au premier projet.

Ces modifications ont conduit à la proposition d'unification caractérisée par les indications du tableau suivant :

Système d'unification proposé :

Diamètres	2 mm.	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas	{ 0 ^{mm} ,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9
			0,6	0,65	0,7	0,75		

Après cet exposé, monsieur le président demande à ses collègues s'ils ont des observations à présenter sur les dispositions du système d'unification proposé.

M. Privat (P.-L.-M.) indique que le service du matériel de cette Compagnie a déjà établi des règles pour fixer les relations entre les pas et les diamètres des petites vis, et il fait remarquer que le diamètre minimum qui limite la série proposée pourrait être plus petit. Le P.-L.-M. applique en effet sa formule de relation à des vis de 1^{mm},6 et de 1^{mm},3 et il semble qu'il n'y a aucun empêchement à faire dès maintenant l'unification jusques et y compris les vis de 1 millimètre.

M. Bouvier (P.-L.-M.) parle dans le même sens et appuie la demande d'extension formulée par M. Privat.

Bien que l'emploi des vis de si petit diamètre soit relativement peu fréquent, la proposition de MM. Privat et Bouvier n'a pas paru présenter d'inconvénient et la réunion, conformément à leurs indications, admet que la série proposée soit complétée par l'addition suivante :

Diamètres	1 mm.	1,3	1,6
Pas	0,25	0,3	

Cette première question étant résolue, M. Barbier (Nord) fait connaître que le service du matériel de cette compagnie a aussi spécifié des règles pour les petits filetages et il demande à présenter quelques observations sur la relation proposée pour les pas et les diamètres.

Il fait remarquer que cette relation qui fixe des pas distincts pour chaque diamètre différent, ne permettra pas le remplacement facile des vis ébranlées par l'usage. Ces vis ne pouvant être remplacées que par d'autres d'un diamètre plus fort et par suite d'un pas différent, il faudra retarauder les trous après les avoir alésés pour faire disparaître le filetage précédent. Il ne sera pas toujours possible d'agrandir ainsi les trous et ce sera en tous cas toujours dispendieux.

M. Flaman (Est) indique que le service du matériel de cette compagnie a aussi des règles pour les petits filetages et il appuie les observations présentées par M. Barbier. Il insiste sur les difficultés pratiques qui résulteraient de l'adoption du système proposé dans les travaux d'entretien, lesquels intéressent plus particulièrement les chemins de fer. Il serait donc, à ce point de vue, nécessaire que, dans le système d'unification, les diamètres soient groupés de façon à avoir deux à deux un même pas.

Tous les représentants des compagnies ont déclaré se rallier à l'avis exprimé par MM. Barbier et Flaman, et il est décidé que le système proposé serait avantageusement modifié en attribuant à chaque pas deux diamètres voisins.

Cette conclusion entraîne la modification des doubles pas dont le nombre est réduit de 3 à 4, comme l'indique le tableau ci-après.

Diamètres.	2 mm.	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Pas.	{ 0,4		{ 0,5		{ 0,6		{ 0,8	
			0,6		0,7		0,9	

Mais il est à remarquer que s'il est utile d'avoir plusieurs diamètres pour un même pas pour les travaux d'entretien, il paraît y avoir des inconvénients à avoir des pas différents pour un même diamètre; c'est ce que M. le président fait remarquer en appelant l'attention sur les difficultés qui semblent devoir en résulter dans la pratique. Il ne lui paraît pas possible que l'on puisse reconnaître les différences des pas affectés à un même diamètre sans avoir recours à des mesurages nécessitant l'emploi d'instruments de précision qu'on n'a pas toujours sous la main. Cette difficulté de distinction des pas donnera lieu à des confusions lors du choix des vis de remplacement.

M. Sartiaux répond qu'en effet il serait préférable de supprimer les doubles pas qui n'avaient été maintenus dans son projet que pour donner satisfaction à des demandes qui lui avaient été faites, mais que certainement il vaudrait mieux supprimer ces doubles pas.

Cette manière de voir est partagée par les représentants des compagnies qui décident en conséquence qu'il y a lieu de demander la suppression des doubles pas.

En ce qui concerne l'unification des têtes, écrous, etc., il a été admis d'un commun accord que sur ces points de détail, les propositions portées sur le projet ne sont données qu'à titre d'indication et qu'il convient de laisser pour l'exécution une certaine latitude aux fabricants et constructeurs.

En résumé, les observations des compagnies ont porté sur trois points :

1° Choix du plus petit diamètre à comprendre dans l'unification;

La réunion propose le diamètre de 1 millimètre.

2° Relation entre les pas et les diamètres.

La réunion propose qu'il n'y ait pas plusieurs pas pour un même diamètre.

Il en résulte que les ingénieurs représentant les compagnies de chemins de fer à la réunion du 4 avril ont été d'accord pour proposer la modification du projet d'unification qui leur a été présenté et de l'établir en se conformant aux indications suivantes :

Diamètres	1 mm.	1,3	1,6	2	2,5	3	3,3	4	4,5	5	5,5
Pas	0,25	0,3		0,4		0,5		0,6		0,8	

Sur la proposition du président, il est décidé que les décisions prises dans la réunion seront soumises à l'approbation des ingénieurs en chef des compagnies consultées.

Ont signé le procès-verbal :

Pour la compagnie de l'Est, MM. Dumont et Flamand, de l'État, Cailho, Barbe et Geuviné, du Midi, Sauvaire, du Nord, Sartiaux, Debionne et E. Barbier, de l'Ouest, MM. Dubois, de Paris-Lyon-Méditerranée, Bouvier et Privat, de Paris-Orléans, Jullien, Paul Dubois et Durant.

EXTENSION DU SYSTÈME INTERNATIONAL AUX VIS DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A SIX MILLIMÈTRES

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 22 JUIN 1905

Le 22 juin 1905, à quatre heures, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, se sont réunis les délégués des ministères et administrations, ainsi que les différentes personnes intéressées dans la question de l'unification des filetages des vis de petit diamètre qui avaient été convoquées par une lettre circulaire en date du 15 juin 1905 (1).

La séance était présidée par M. le général Sebert, membre de l'Institut, assisté de MM. J. Carpentier, E. Sartiaux et Zetter, membres de la Commission constituée par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pour l'examen des observations et propositions recueillies dans l'enquête ouverte par la lettre circulaire en date du 20 décembre 1904 (2).

En dehors des représentants et membres du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, assistaient à la séance :

Représentants du ministère de la Guerre : MM. Binet, capitaine d'artillerie, chef de l'atelier de précision, section technique de l'artillerie ; Franck, capitaine du génie, section technique du génie.

Représentants du ministère de la Marine : MM. Gantheron, lieutenant-colonel d'artillerie coloniale, laboratoire central de la marine ; de Frescheville, ingénieur en chef de la marine, service des constructions navales.

Représentants du ministère des Travaux publics : MM. Rateau, ingénieur en chef des mines, professeur à l'École des mines ; Résal, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, service de la navigation ; Ribière, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, service cen-

(1) Cette circulaire faisait l'envoi des documents insérés dans le *Bulletin* de juin 1905, pages 696 et suivantes.

(2) Cette circulaire a fait suite à la note publiée dans le *Bulletin* de septembre 1904, p. 647. — MM. Masson et Sauvage, membres de cette commission et retenus loin de Paris, s'étaient fait excuser.

tral des phares; Daniel, conservateur des instruments remplaçant M. d'Ocagne, ingénieur des Ponts et Chaussées chargé du service des instruments de précision.

Représentants du ministère du Commerce (Administration des Postes et Télégraphes): M. Tongas, ingénieur en chef, chargé de la vérification du matériel.

Représentants des compagnies de chemins de fer (*Chemins de fer de l'État*): MM. Barbe, chef du bureau des études; Cailho, inspecteur ingénieur aux services électriques; Geninlé, inspecteur au service du contrôle des usines.

Chemins de fer de l'Ouest: M. Lebaupin, sous-inspecteur du matériel.

Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée: MM. Hourlier, inspecteur de l'exploitation.

Représentants des Écoles et constructeurs: MM. Tournier, École d'horlogerie de Paris; Aubaille, ingénieur-constructeur, Corbeil.

M. le Président rappelle brièvement les précédents de la question et résume les résultats donnés par l'enquête ouverte par la Société d'Encouragement. Il signale que ces résultats ont été consignés dans le fascicule imprimé par les soins de cette Société et dont l'envoi a été fait aux personnes et administrations intéressées en même temps que celui de la circulaire du 15 juin 1905 (1).

Il manque toutefois, dans ce document, le rapport des ingénieurs délégués des compagnies de chemins de fer qui n'est parvenu que tardivement et sera publié seulement dans un des prochains numéros du *Bulletin*.

Il prie ensuite le rapporteur, M. Carpentier, de donner lecture du rapport établi par la Commission et qui résume les propositions nouvelles formulées pour tenir compte des observations recueillies dans l'enquête.

Après cette lecture, il invite les membres de l'assemblée à vouloir bien faire connaître les observations qu'ils pourraient avoir à présenter sur les conclusions de ce rapport.

Avant de donner la parole à M. Aubaille qui l'a demandée, il rappelle que cet ingénieur est l'auteur d'un projet très complet et très étudié d'un système de filetage, d'un caractère universel, qui comprendrait l'ensemble de tous les filetages susceptibles d'être employés, aussi bien pour les vis pleines que pour les vis sur tubes et donnerait, pour chaque diamètre de vis, la faculté de disposer de plusieurs séries de pas appropriées aux usages divers des vis.

La Commission, tout en appréciant la valeur de ce projet, n'a pas pu le prendre en considération parce qu'il sortait des limites de la question qui se pose aujourd'hui et qui se borne à l'extension du système international aux vis de petit diamètre, tandis qu'il aurait conduit à faire table rase de ce système international, même pour les vis de diamètre supérieur à 6 millimètres.

M. Aubaille, sans vouloir demander que l'on en vienne immédiatement à l'adoption du système universel qu'il a proposé, insiste sur la nécessité de disposer, pour chaque diamètre de vis, d'une série de pas de finesse graduée et sur l'utilité de choisir, comme pas à utiliser dans la pratique, ceux qui sont formés d'un nombre rond de millimètres ou tout au plus de dixièmes de millimètre et peuvent être représentés, par suite, par des nombres de deux chiffres au plus.

Il appelle aussi l'attention sur ce fait que les règles admises par le congrès de Zurich pour la détermination des dimensions des vis et qui ne fixent que les dimensions limites des profils des vis et des écrous, ne sont pas suffisantes pour assurer l'interchangeabilité des vis de même diamètre.

(1) Voir ces documents dans le *Bulletin* de juin 1905, pages 696 et suivantes.

Il demande, en conséquence, que l'on mette à l'étude, de nouveau, la question des procédés à employer pour mesurer les dimensions des vis et pour assurer une exactitude rigoureuse dans l'obtention de leurs dimensions.

M. le Président fait remarquer que cette question a été longuement examinée et paraît avoir été, contrairement à l'opinion émise par M. Aubaile, résolue d'une façon satisfaisante lors de l'établissement du système international.

Il rappelle que le congrès de Zurich, comme l'avait fait précédemment la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, a admis qu'il ne convenait pas de fixer de valeur pour le jeu à admettre entre la vis pleine et son écrou, chaque constructeur devant rester juge des tolérances admissibles, suivant la destination des vis et suivant l'outillage employé pour leur fabrication.

Il ne pense pas qu'il y ait lieu de revenir sur cette façon de voir, ce qui ferait d'ailleurs sortir la question du programme qui a été posé et qui se limite, en ce moment, à l'examen de l'opportunité de l'extension du système international aux vis de diamètre inférieur à 6 millimètres. Il engage donc M. Aubaile à limiter la suite de ses observations aux critiques de détail qu'il peut avoir à présenter sur les propositions de la Commission, tout en faisant remarquer que, pour assurer l'interchangeabilité des vis de même diamètre établies par des constructeurs différents, il restera évidemment à réglementer la construction et à généraliser la mise en service, dans chaque pays, de vis et écrous étalons pour le réglage des outils des constructeurs. C'est une question dont s'est déjà préoccupée la Société d'Encouragement et qui pourra encore faire l'objet d'études ultérieures.

M. Aubaile signale alors l'utilité qu'il y aurait, selon lui, à admettre parallèlement à la série des pas proposés pour les divers diamètres indiqués, une seconde série, au moins, de pas plus fins et rappelle que le système qu'il propose permettrait de disposer de ces pas plus fins, y compris ceux qui conviendraient aux filetages sur tubes. Il signale encore qu'il trouve mal choisies les valeurs des pas et des diamètres proposées qui, suivant lui, devraient être exprimées seulement en nombres ronds de dixièmes de millimètre.

Ces propositions de M. Aubaile donnent lieu à un échange d'observations auxquelles prennent part MM. Carpentier, Rateau et Sartiaux.

Il résulte de cette discussion que les propositions de M. Aubaile ne paraissent pas susceptibles d'être prises actuellement en considération et sont seulement à réserver pour l'époque où l'on pourra aborder la question des filetages sur tubes ou celle d'une entente générale comprenant les constructeurs anglais et américains qui restent encore partiellement à l'écart de l'unification réalisée sur le continent.

M. le Président met alors aux voix l'adoption des conclusions du rapport de la Commission, en annonçant que si elles sont acceptées, il en sera fait un résumé destiné à être publié et distribué pour arriver à en généraliser immédiatement l'application en France et à provoquer la réunion ultérieure d'une conférence internationale destinée à en étendre l'adoption dans les autres pays, comme il a été fait pour les vis de diamètre supérieur à 6 millimètres.

Avant le vote, deux membres demandent à expliquer le vote qu'ils vont émettre et font connaître qu'ils ne peuvent donner leur approbation que sous réserve. Le premier, M. Barbe représentant la Compagnie des chemins de fer de l'État, déclare ne donner son approbation que sous réserve de l'avis qui reste encore à formuler par les ingénieurs en chef des compagnies de chemins de fer auxquels a été renvoyé l'avis exprimé dans la

réunion du 4 avril 1903 par les ingénieurs délégués pour l'examen au premier degré.

Le second, M. Tournier, représentant de l'École d'horlogerie, réserve son approbation au sujet de l'utilité possible d'une seconde série de pas plus fins que peut désirer l'industrie horlogère.

Sous ces réserves, les conclusions du rapport sont approuvées à mains levées avec une seule opposition.

RÉSUMÉ SOMMAIRE DES TRAVAUX DE M. AUBAILE

Nota. — Les travaux de M. Aubailé, publiés dans le *Bulletin technologique* de la Société des anciens élèves des Écoles nationales des Arts et Métiers, concernent les étalons de filetages et un système de filetages universels s'appliquant à toutes les vis à filet triangulaire, notamment à celles de petit diamètre.

Ils étaient trop longs pour pouvoir être reproduits *in extenso*, mais M. Aubailé a bien voulu en préparer lui-même le résumé qui suit :

1° Étalons de filetage (1).

L'auteur, ex-fabricant de vis, a remarqué que, pour l'exécution de filetages de la série internationale, les calibres de mêmes dimensions nominales confiés par différents clients n'étaient pas toujours identiques : les vis faites avec les uns et les autres n'étaient donc pas interchangeables, ce qui est contraire au principe même qu'a voulu admettre le congrès de Zurich.

Amené à s'expliquer cette anomalie et tenant compte des malfaçons possibles dans la construction des calibres, l'auteur croit pouvoir affirmer que les règles du congrès sont incomplètes, en ce qui concerne la définition du profil théorique de filetage considéré comme limite commune pour la vis et pour l'écrou. Il explique que l'interchangeabilité ne peut être obtenue d'une manière certaine qu'en substituant à l'objet imaginaire, défini par la règle actuelle, un objet matériel prototype ou étalon de filetage ayant exactement les dimensions théoriques actuelles.

Il donne à l'appui de sa thèse un certain nombre de raisons qui, étant l'objet de considérations théoriques et pratiques nombreuses, sont à sérieusement examiner. Notamment, il étudie en détail les questions importantes de variations de pas dans les vis taraudées et celles de jeu, de montage et de portage dans un filetage,

M. Aubailé montre, en outre, que les étalons devraient être, une fois pour

(1) *Bulletin technologique*, 1903, n° 7, juillet, 54 pages, 18 figures.

toutes, exécutés pour tous les diamètres de série; que ces prototypes doivent être en forme de vis proprement dite, de préférence à la forme d'écrou.

En harmonie avec les étalons ainsi définis, le projet indique également la construction des calibres usuels pour la fabrication et la vérification des vis et écrous.

2° Système de filetages universels (1).

M. Aubaile remarque que la série Thury, pour les petites vis, et la série internationale (S I) pour les grosses vis, ne forment pas une série continue, c'est-à-dire régie par des règles communes, définies par une même formule.

Il préconise une nouvelle série dite *universelle* qui les remplacerait toutes les deux, en se rapprochant le plus possible de chacune d'elles.

Dans tout système considéré dans une certaine limite (jusqu'à $D = 100$ par exemple), il pose d'abord en principe : 1° que le nombre des pas peut être limité et qu'il faut proscrire tout pas hors série; 2° que les diamètres de la série adoptée ne suffiront pas toujours et qu'aucun diamètre ne peut être exclu *a priori*. Il explique alors qu'il faudrait aussi réglementer l'application des pas aux diamètres hors série, et il propose d'appliquer chaque pas de série à tous les diamètres compris entre deux grandeurs, fixées par avance, qu'il appelle diamètres caractéristiques.

Il demande ensuite qu'il y ait une catégorie de vis ordinaires et une catégorie de vis à pas fins, et que les pas de cette dernière soient choisis parmi ceux de la première. Il admet qu'une série à pas fins aurait son emploi suffisamment justifié en robinetterie et pour les tubes à gaz et à eau.

L'auteur propose les deux formules suivantes (de la forme générale : $x = ay^2 + by$).

Filetages ordinaires : $D = P^2 + 4,5P$.

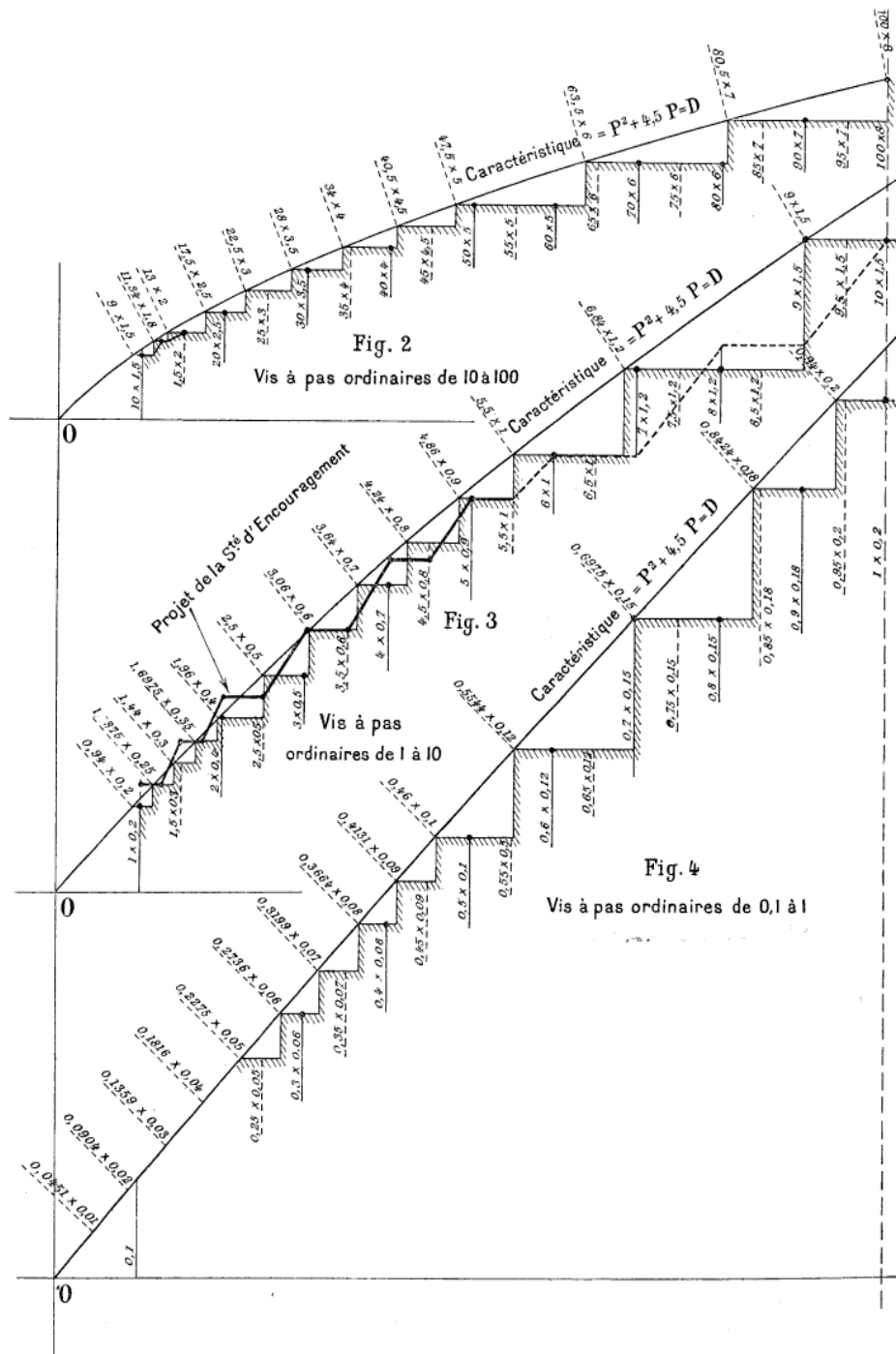
Filetages fins : $D = 5P^2 + 5P$;

Formules qui déterminent seulement, pour un pas donné, le diamètre minimum correspondant qui serait l'une des caractéristiques du système.

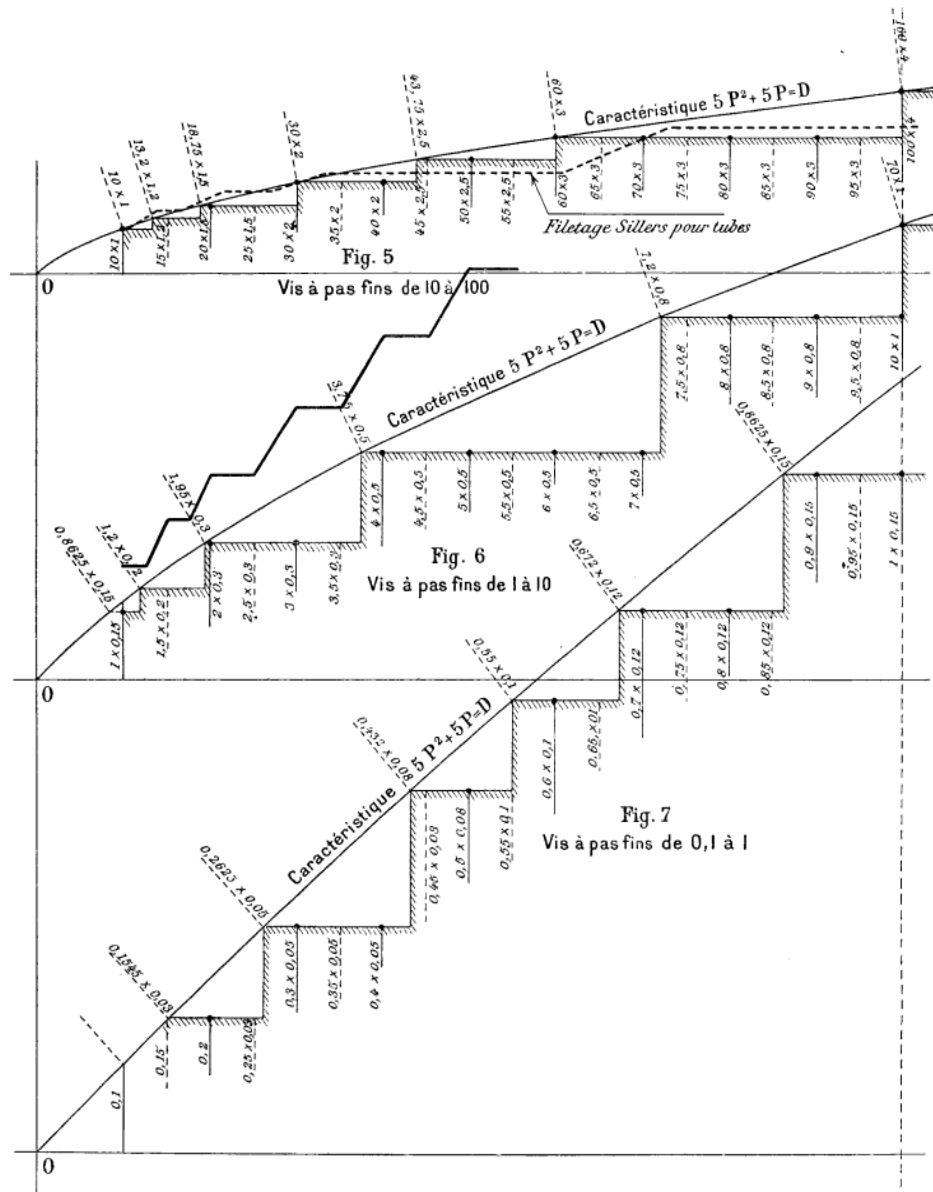
Pour l'usage courant, on devrait choisir des diamètres de série qui puissent être représentés en numération décimale et dans l'ordre de préférence suivant :

- 1° par un nombre d'un seul chiffre;
- 2° par un nombre de deux chiffres terminé par 5;
- 3° par un nombre pair de deux chiffres;
- 4° enfin, au pis aller, par un nombre impair de deux chiffres.

(1) *Bulletin technologique*, 1903, n° 7, juillet, p. 861, 10 pages, 8 figures et 1904, n° 11, novembre, 18 pages, 2 planches, 19 figures, tableaux.



Choissant, en outre, pour les pas, avec la même méthode que ci-dessus, des



valeurs croissantes suivant certaines progressions depuis 5 centièmes jusqu'à 8 millimètres, pour les filetages ordinaires et depuis 3 centièmes jusqu'à 4 mil-

limètres, pour les filetages fins, il a formé des tableaux limités au diamètre de 100 millimètres pour les deux catégories. Ces tableaux renferment 33 pas pour la première catégorie et 17 pas pour la seconde, soit en tout seulement 34 profils de filets qu'on peut, d'après l'auteur, et qu'on devrait employer à l'exclusion de tous autres, pour toutes sortes de filetages, même hors série.

En regard de chaque pas, M. Aubaile a inscrit un certain nombre de diamètres à choisir de préférence et qui sont obtenus en prenant les nombres simples choisis, comme il a été dit plus haut, à partir du diamètre minimum exact calculé par les formules indiquées.

Il a représenté ces résultats par les graphiques en escalier, que nous reproduisons ci-contre. Tous les diamètres à choisir en premier et en second lieu, pour l'établissement de la série universelle, c'est-à-dire ceux représentés par un chiffre et ceux de deux chiffres dont le dernier est 5, ont été, sur les graphiques, indiqués par des ordonnées. On peut ainsi facilement remarquer que, dans ce système, les mêmes chiffres significatifs se répètent aux degrés successifs de l'échelle décimale.

APPLICATION DU SYSTÈME AUX PETITES VIS

Nous extrayons du travail de M. Aubaile le tableau ci-après indiquant, d'après son système, les diamètres et pas à appliquer aux petites vis à filet ordinaire de 1 à 6 millimètres dont la Société d'Encouragement poursuit actuellement l'unification :

Diamètres :	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5.
Pas :	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1.

ARTS MÉCANIQUES

EXPÉRIENCES SUR LE TRAVAIL DES MACHINES-OUTILS

Par **M. Codron**, *lauréat de la Société d'Encouragement* (Fin) (1).

Le Forage.

Foreuse horizontale pour arbres. (Ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}, Lille.)

Dans cette foreuse la pièce possède le mouvement de rotation; le porte-lame se déplace longitudinalement.

La commande est faite par une dynamo de 5000 watts, modèle de la Société d'éclairage électrique.

La pièce, préalablement tournée de dégrossissage, repose sur une lunette à galets pour réduire le frottement; elle est solidarisée avec le plateau de la foreuse par des griffes.

Pour les trous de 33 millimètres de diamètre, le nombre de tours par minute est ordinairement de 18.

Pour ceux de 100 millimètres, le nombre de tours est réduit à 12.

L'avance du porte-lame est donnée par une vis; elle peut être de 0^{mm},08 à 0^{mm},20 par tour, mais on s'en tient toujours à la plus petite, 0^{mm},08, afin que les lames se détériorent moins, que les copeaux se brisent et soient plus facilement entraînés par l'eau d'arrosage qui se débite à environ un demi-litre par seconde.

Le mouvement de recul, pour débourrer ou visiter l'outil, est accéléré en employant la même vis.

La barre a une longueur qui permet d'opérer sur des pièces de 10 mètres de longueur. Les longues pièces sont d'ailleurs retournées pour faire la moitié du trou de chaque côté.

La commande comporte la courroie de la dynamo de section : 160×5; trois couples de roues d'engrenages cylindriques; l'un d'eux est rechangeable pour varier le rapport des vitesses soit pour marcher à deux régimes. Un rhéostat de champ permet des variations, par exemple, pour l'un des régimes, de 5,75 tours par minute à 10 tours; l'autre régime comporte des variations com-

(1) Voir le *Bulletin* de février 1905, p. 226.

prises entre 10 et 18 tours. En outre, la différence de potentiel dans la ligne, qui varie de 90 à 120 volts, influe également sur ces vitesses.

Nous avons suivi une opération complète dans un arbre en acier de 3,00 de longueur pesant 1 500 kg., foré d'un trou de 55 millimètres avec une lame de 18 millimètres de largeur. Nous avons déduit les divers éléments moyens qui suivent :

MARCHE A VIDE SANS LA PIÈCE

	Nombre de tours par minute.	Volts.	Ampères.	Watts.	Kilogrammètres.
1 ^{er} régime.	10	90	8,1	729	74,2
	12	90	8,7	783	80
	14	92	8,9	819	83
	16	94	9,4	884	90,4
	18	96	9,6	942	96,2
2 ^e régime.	5,75	90	7,5	675	69
	8	93	8	744	76
	10	95	8,7	826	84

MARCHE A VIDE AVEC LA PIÈCE PESANT 1 500 KG. ET CHARIOT EMBRAYÉ

Nombre de tours.	Volts.	Ampères.	Watts.	Kilogrammètres.
10	85	11	935	95,5
12	87	11,6	1009	103
14	88,5	12,4	1097	111,2
16	91	13,2	1201	123
18	93	14	1302	133

MARCHE EN TRAVAIL

Watts													
Nombre de tours par minute.	Volts.	Ampères.	tous W'	pour la coupe W	par tour relatifs		Volume par seconde. mm ³	Énergie nette par mm ³		Coefficient de coupe R ₁	Énergie totale par mm ³	τ _m — τ _c	
					à W.	à W'		watts.	kgm.			τ	τ _c
Pour α=0,10	10	84	14	1180	245	1470	7080	27,9	8,8	0,890	890	42,4	0,208
	12	86	15,2	1307	302	1510	6535	33,45	9	0,918	918	41	0,22
	14	88	16,5	1454	363	1540	6220	39	9,3	0,948	948	37,2	0,25
	16	91	17,7	1617	416	1560	6020	44,5	9,4	0,958	958	36	0,26
	18	94	19	1786	486	1620	5950	50,2	9,62	0,980	980	35,5	0,27
	10	84	14,6	1226	291	1746	7356	34,85	8,35	0,850	850	35,2	0,237
	12,5	86,5	16,3	1410	370	1780	6780	43,5	8,5	0,866	866	32,5	0,26
	14	88	17,4	1531	434	1860	6550	48,7	8,9	0,910	910	31,4	0,283
	16	90	18,8	1692	491	1640	6350	55,8	8,8	0,900	900	30,3	0,29

Sur la fig. 1578 sont reportées les valeurs principales de ces divers éléments qui se rapportent à la marche à vide et à celle en travail sous avance de 0,08. Nous avons fait ressortir les watts pour la coupe seule pour en déduire par le

volume de métal enlevé par seconde, l'énergie afférente à la coupe par millimètre cube d'acier exprimée en watts et en kilogrammètres, ce qui donne aussi le coefficient R_1 dont les valeurs sont relativement élevées.

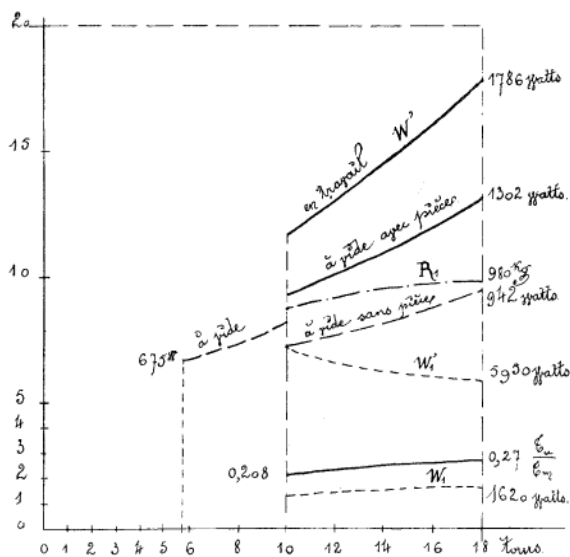


Fig. 1378. — Foreuse horizontale pour arbres, actionnée par dynamo (Ateliers de MM. Dujardin et C^e, Lille).

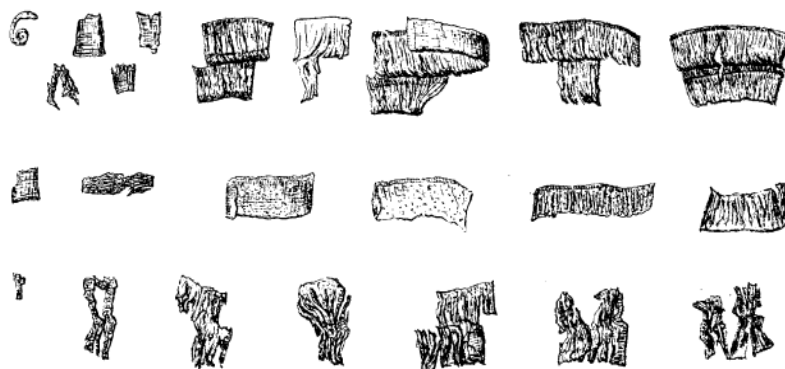


Fig. 1379. — Copeaux d'acier demi-dur, forage d'arbre avec lame étagée.

En considérant les watts totaux W' et ceux W relatifs à la coupe, nous avons déduit les rapports :

$$K' = \frac{\tau_m - \tau_a}{\tau_m} = \frac{W}{W'}$$

Le rendement K' augmente avec la vitesse et l'on constate aussi qu'il est plus grand avec l'avance 0,10 qu'avec l'avance 0,08.

Ce rendement compris entre 0,20 et 0,29 est faible; néanmoins la petite importance du coût de l'énergie par rapport à la valeur du travail de façonnage produit, ne saurait motiver l'abandon de ce genre de commande par dynamo, si souple pour obtenir des variations de vitesses à volonté et pour permettre avec des accumulateurs de poursuivre l'opération quand le moteur de l'atelier ne fonctionne pas.

A la plus grande vitesse sous avance de 0,08 cette foreuse horizontale exige environ 1,8 poncelet. Dans cette opération, le foreur a remplacé la lame à chaque demi-journée. Comme les copeaux fig. 1579 entraînés par l'eau s'expulsaient bien, on débarrassait rarement, soit tous les 0,50 ou plus pour constater l'état des tranchants. Le recul du porte-lame se faisait en quelques minutes à raison de 10 tours de la vis par minute; la vitesse du chariot était de 50 millimètres par seconde; cette opération exigeait : $87 \times 15 = 1305$ watts.

Lorsque les trois tranchants de la lame fig. 1580 ne sont pas assez étagés et sont à raccord trop prononcé, les copeaux restent accolés fig. 1579, s'expulsent avec plus de difficulté; le foreur préfère le modèle fig. 1581.

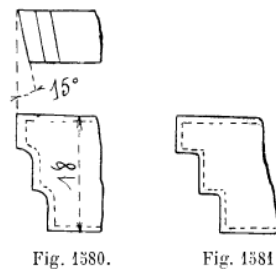


Fig. 1580.

Fig. 1581.

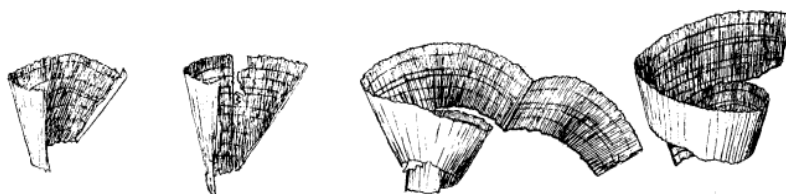


Fig. 1582. — Copeaux de début de forage acier demi-dur.

Si les copeaux sont très refoulés, fragmentés, c'est l'indice que l'outil ne coupe plus. Le foreur a soin d'ausculter la barre avec la main; les vibrations lui indiquent les perturbations qui se produisent.

Nous avons profité du retournement de l'arbre pour noter de nouveau les éléments de la marche à vide sans la pièce puis avec la pièce; nous avons obtenu des valeurs en watts concordant avec les premières.

En résumé, cette opération s'est faite dans des conditions très normales, grâce à l'avance modérée donnée à l'outil. Par heure, la pénétration était de :

$0,00008 \times 16 \times 60 = 0^m,0768$; en 10 heures, la longueur ressort à : $0^m,768$ soit 0,65 à 0,70 en tenant compte des manœuvres auxiliaires.

Ces essais nous ont montré de nouveau que si dans le début de l'opération, avec un métal très doux et sous faible avance, il est possible d'obtenir des copeaux assez longs, il n'en est pas de même avec un acier demi-dur. Pour peu que l'outil se trouve engagé, le copeau se brise en éléments courts fig. 1582 plus ou moins faciles à expulser par l'eau ou par un crochet lorsque la profondeur s'est accrue. Il faut donc chercher à briser le copeau en donnant peu ou pas de coupe à la lame, soit en prenant α de 75° à 90° en adoptant des tranchants partiels assez étagés, de faibles avances par tour de la pièce : $0^m,10$ à $0^m,20$ au plus, selon la dureté, pour les barres à une ou deux lames. Ces valeurs sont consacrées par une longue expérience, laquelle a montré aussi que la multiplication des lames n'est pas favorable à la meilleure conduite de l'opération. Les vieux praticiens préfèrent le forage à une seule lame, celui à plusieurs lames ne devant être employé que pour les très gros diamètres avec grandes avances afin de réduire l'épaisseur de chaque copeau.

Foreuse horizontale pour arbres, actionnée par dynamo. (Ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}, Lille.) (Essais au frein.)

Nous avons complété les essais qui précèdent en procédant à une série d'essais au frein avec corde de 20 millimètres de diamètre. Nous avons d'abord enroulé la corde sur une pièce de 335 millimètres de diamètre pesant 2500 kg qui se trouvait montée sur la foreuse. N'ayant pu développer plus de 28 ampères sous effort tangentiel de 500 kilogrammes limite de notre dynamomètre, nous avons été conduit à enrouler la corde sur le plateau de diamètre $1^m,100$, ce qui nous a permis d'atteindre la puissance maximum de la dynamo de commande.

Ces deux séries de mesures concordaient en se vérifiant.

Nous signalons les éléments de la deuxième qui se rapporte à un nombre de tours du plateau de 18 par minute.

Efforts tangentiels au plateau.	Volts.	Ampères.	Watts.	$\frac{\tau u}{\tau m}$
0 kg	106	10,5	1113	0
20	106	12,5	1325	0,154
40	106	15	1590	0,256
60	106	17	1802	0,34
80	106	19,5	2067	0,395
100	106	22	2332	0,436
150	105	28	2940	0,52
200	105	33	3465	0,59
250	105	39	4095	0,625
300	105	44	4620	0,664
350	104	51	5304	0,674
400	104	56	5824	0,70

Ces valeurs sont graphiquées fig. 1583.

Le rapport $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ est déterminé en posant :

$$\tau_{10} = Pv = \frac{3,14 (1,100 + 0,020) 18 P}{60} = 1,06 P$$

$$\tau_m = \frac{W}{9,81}$$

soit :

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = 9,81 \times 1,06 \frac{P}{W} = 10,2 \frac{P}{W}.$$

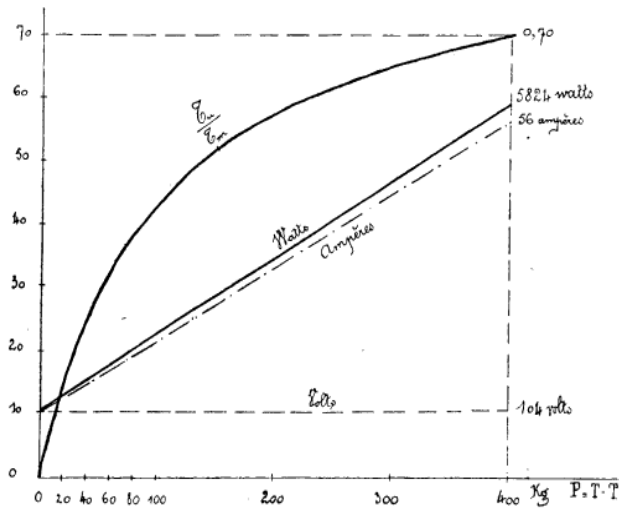


Fig. 1583. — Foreuse horizontale pour arbres, actionnée par dynamo.
(Ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}; Lille.) Essais de rendement.

Ces essais sont des plus faciles à réaliser avec grande exactitude.

La variation des watts W avec les efforts P est représentée par la droite dont l'équation est :

$$W = 1113 + mP$$

On a :

$$m = \frac{5824 - 1113}{400} = \frac{4711}{400} = 11,77.$$

La relation du rendement devient :

$$\frac{\tau_u}{\tau_m} = \frac{10,2 P}{1113 + mP} = \frac{10,2}{\frac{1113}{P} + 11,77}$$

En ne tenant pas compte de l'énergie à vide ou pour P très grand, $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ tendrait vers la valeur

$$\frac{10,2}{11,77} = 0,87.$$

Pratiquement, le rendement général ne dépasse pas 0,70, ainsi que l'indiquent les valeurs de $\frac{\tau_u}{\tau_m}$ des essais.

L'arbre en acier demi-dur, monté sur la machine, était foré avec une lame étagée de 22 millimètres de largeur, à un diamètre de 80 millimètres.

La vitesse moyenne de coupe à raison de 18 tours par minute ressort à :

$$v = \frac{3,14(80-22)18}{60} = 54,4 \text{ millimètres.}$$

Sous avance de 0,08, la section du copeau est :

$$22 \times 0,08 = 1,76^{\text{mm}^2}$$

Volume par seconde :

$$54,4 \times 1,76 = 95,74^{\text{mm}^3}.$$

L'énergie par seconde était de :

$$106 \times 23 = 2438 \text{ watts.}$$

A cette dépense correspond un rendement général de 0,47. soit pour la coupe :

$$\frac{2438 \times 0,47}{9,81} = 117 \text{ kgm.}$$

Énergie par millimètre cube :

$$\tau_1' = \frac{117}{95,74} = 1,22 \text{ kgm.}$$

soit un coefficient de résistance de coupe :

$$R_1 = 1\,220 \text{ kg.}$$

Par gramme de métal :

$$\tau_1 = \frac{1\,220}{7,7} = 158 \text{ kgm.}$$

Poids de métal enlevé par minute :

$$95,74 \times 60 \times 0,0077 = 44 \text{ grammes.}$$

Effort sur l'outil :

$$P_1 = 22 \times 0,08 \times 1220 = 2150 \text{ kg.}$$

Moment de rotation correspondant :

$$P_1 \frac{d'}{2} = 2150 \frac{58}{2} = 62350 \text{ kgmm.}$$

Diamètres minima du porte-lame 80 et 42 millimètres.

Module d'inertie de la section :

$$\frac{I_o}{n} = \frac{3,14 (80^4 - 42^4)}{16 \times 80} = 93\,000$$

Réaction ou fatigue du métal à la torsion :

$$R' = \frac{Mn}{I_o} = \frac{62350}{93\,000} = 0,67 \text{ kg.}$$

donnant lieu à une très faible torsion du porte-lame :

Si nous considérons un forage de 100 millimètres de diamètre avec une lame de 30 millimètres de largeur sous avance de 0,08, la pièce tournant à raison de 15 tours par minute, la vitesse moyenne de coupe serait :

$$\frac{3,14 (100 - 30) 15}{60} = 55 \text{ millimètres.}$$

Effort de coupe en admettant :

$$R_1 = 1000 \text{ kg.} \quad P_1 = 30 \times 0,08 \times 1000 = 2400 \text{ kg.}$$

Énergie de coupe par seconde :

$$2400 \times 55 = 113\,000 \text{ kgmm.} = 132 \text{ kgm.}$$

Le rendement étant de 0,48 :

$$\text{l'énergie totale} = \frac{132}{0,48} = 275 \text{ kgm.}$$

Énergie en watts :

$$275 \times 9,81 = 2700 \text{ watts}$$

soit une valeur qui s'éloigne peu de celle de l'opération qui précède. Elle est bien inférieure à celle 5000 watts de la dynamo de commande; mais il faut noter qu'aux démarrages la dépense momentanée peut atteindre la valeur nominale 5000 watts. Les diagrammes (fig. 1584) indiquent les démarrages répétés que nécessitent les opérations de déburrage; à mesure que le forage s'accroît, il se produit une augmentation du nombre d'ampères; cette augmentation est aussi due en partie à la chute du voltage, l'électricité étant débitée la nuit par des accumulateurs.

Comme application générale, supposons le cas d'un forage de 500 millimètres de diamètre avec carotte de 420 millimètres dans un lingot d'acier demi-dur, avec une barre à quatre lames de 40 millimètres de largeur et sous avance $a = 0,20$ de millimètre, soit des copeaux d'épaisseur moyenne égale à

$$\frac{0,20}{4} = 0,05 \text{ millimètre.}$$

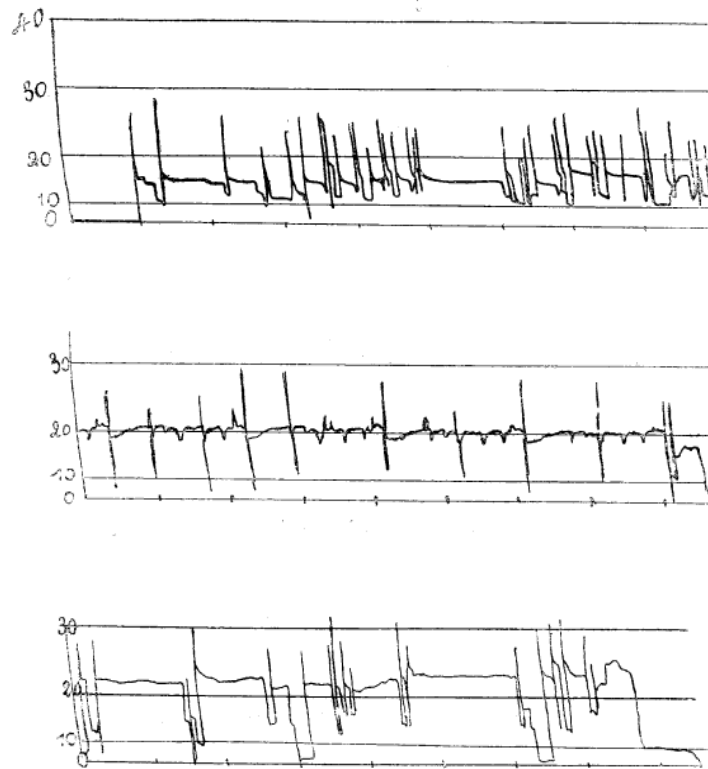


Fig. 1584. — Forage d'un arbre : trou de 100/40 $t = 10$ $a = 0,08$.
 Trou de 55/35 $t = 12$ $a = 0,08$.
 Trou de 80/50 $t = 10$ $a = 0,08$.

Si on admet une vitesse de pourtour de $0^m,070$, le nombre de tours par minute serait :

$$\frac{60 \times 0,070}{3,14 \times 0,500} = 2,67 \text{ tours.}$$

La vitesse moyenne, soit celle au rayon $= \frac{250 + 218}{2} = 230$

ressort à :

$$\frac{2 \times 3,14 \times 230 \times 2,67}{60} = 64,2 \text{ millimètres.}$$

Avance par heure :

$$60 \times 2,67 \times 0,20 = 32 \text{ mm.}$$

pour 10 heures : 320 millimètres ;

par mètre courant de forage :

$$\frac{1\,000}{320} = 31 \text{ heures.}$$

Pour une longueur de 5 mètres, il faudrait : $31 \times 5 = 155$ heures, soit environ 16 journées de 10 heures. Avec deux porte-lames, on pourrait opérer sur 10 mètres de longueur dans ce laps de temps.

Volume relatif à 1 mètre de profondeur :

$$\frac{\pi (d^2 - d'^2) \times 1}{4} = \frac{3,14 (0,500^2 - 0,420^2)}{4} = 0,057776 \text{ m}^3$$

Section de chaque copeau = $40 \times 0,05 = 2$ millimètres carrés.

Surface développée par les 4 tranchants :

$$\frac{0,057776}{0,040 \times 0,00005} = 28888 \text{ mètres carrés.}$$

Chemin parcouru par le point extérieur de chaque lame pour 1 mètre de profondeur :

$$\frac{3,14 \times 0,500 \times 1,00}{0,00020} = 7850 \text{ mètres.}$$

pour les quatre lames :

$$7850 \times 4 = 31400 \text{ mètres.}$$

Ce serait la longueur totale des copeaux s'ils ne se raccourcissaient pas. On peut juger de la fatigue du point extérieur de chaque lame lorsque celle-ci opère sur plusieurs mètres de profondeur.

Le coefficient de résistance à la pénétration peut être pris : α étant de 75°.
égal à :

$$R = 100 + \frac{9}{\frac{\alpha}{4}} = 100 + \frac{9}{0,05} = 100 + 180 = 280 \text{ kg.}$$

pression sur chaque outil : $280 \times 2 = 560 \text{ kg.}$

pression sur les 4 outils : 2240 kg.

Énergie par mètre courant γ relative : 2240 kgm.

Vitesse d'avance par seconde :

$$\frac{0,0002 \times 2,67}{60} = 0^m,000009.$$

Énergie par seconde pour la pénétration :

$$2\,240 \times 0,000009 = 0,02 \text{ kgm.}$$

Avec un rendement du mécanisme d'avance de 0,05 la dépense par seconde serait :

$$\frac{0,02}{0,05} = 0,4 \text{ kgm.}$$

valeur négligeable.

Le coefficient de résistance à la coupe serait :

$$R_1 = 180 + \frac{20}{\frac{a}{4}} = 180 + \frac{20}{0,05} = 180 + 400 = 580 \text{ kg.}$$

Effort de coupe P_1 pour chaque copeau :

$$580 \times 0,05 \times 40 = 1\,160 \text{ kg.}$$

Pour les 4 copeaux : 4 640.

Moment total :

$$Mr = 4 P_1 \frac{r + r'}{2} = 4 \times 1\,160 \times \frac{250 + 210}{2} = 4 \times 1\,160 \times 230 = 1\,067\,200 \text{ kgmm.}$$

$$= 1\,067,2 \text{ kgm.}$$

Énergie par tour :

$$2\pi Mr = 1\,067,2 \times 2 \times 3,14 = 6\,700 \text{ kgm.}$$

Puissance de coupe ou énergie par seconde :

$$\tau = \frac{6\,700 \times 2,67}{60} = 298 \text{ kgm.}$$

Si le rendement général est de 0,20 à cause de l'emploi de deux vis sans fin, la puissance totale à dépenser serait :

$$\tau_m = \frac{298}{0,20} = 1\,490 \text{ kgm. soit 15 poncelets.}$$

Volume enlevé par seconde :

$$\frac{4 \times 40 \times 0,05 \times 2 \times 3,14 \times 230 \times 2,67}{60} = 513,6 \text{ mm}^3.$$

Poids de métal par seconde :

$$513,6 \times 0,0075 = 3,85 \text{ grammes.}$$

Énergie par millimètre cube :

$$\frac{298}{513,6} = 0,580 = \frac{R_1}{1000}$$

ce qui vérifie la valeur admise pour R_1

Énergie par gramme de métal :

$$\frac{580}{7,5} = 77,2 \text{ kg.}$$

En supposant un rendement général de 0,60 au lieu de 0,20 la puissance serait :

$$\tau_m = \frac{298}{0,60} = 496,6 \text{ kgm. soit 5 poncelets.}$$

Dans le cas de deux porte-lames opérant en même temps, la foreuse exigerait 10 poncelets.

Dans un dernier exemple, considérons le forage d'un trou de 500 millimètres de diamètre avec l'outil des forges de Bethléem, dans un lingot d'acier demi-dur sous avance de 0,40 de millimètre, soit des copeaux de 0,10 d'épaisseur pour les quatre tranchants du foret hélicoïdal de 160 millimètres de diamètre qui constitue la tête, et des copeaux de 0,20 d'épaisseur pour chacune des 3 lames qui agrandissent le trou à 500 millimètres.

A raison d'une vitesse maximum de 0^m,060 à l'âme du trou, le nombre de tours de la pièce par minute serait :

$$n = \frac{60v}{\pi d} = \frac{60 \times 0,060}{3,14 \times 0,500} = 2,3 \text{ tours}$$

Pénétration par heure = $2,3 \times 60 \times 0,4 = 55$ millimètres; par journée de 10 heures, 550 millimètres.

Soit environ 1 mètre en deux jours pour chaque côté du lingot.

Volume relatif à un mètre :

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 1000 = \frac{3,14 \times 500^2 \times 1000}{4} = 196\,250\,000 \text{ mm}^3$$

Poids correspondant :

$$196\,250\,000 \times 0,0075 = 1\,471\,875 \text{ grammes.}$$

Volume se rapportant au foret hélicoïdal :

$$\frac{3,14 \times 160^2 \times 1000}{4} = 20\,096\,000 \text{ mm}^3$$

Volume relatif aux lames : $176\,154\,000\text{mm}^3$.

Surface développée par les tranchants du foret hélicoïdal :

$$\frac{20\,096\,000}{0,10} = 200\,960\,000\text{mm}^2.$$

Surface développée par les lames :

$$\frac{176\,154\,000}{0,20} = 880\,770\,000\text{mm}^2.$$

Chemin parcouru par les points extérieurs de la lame de 500 millimètres de diamètre :

$$\frac{3,14 \times 0,500 \times 1,00}{0,00040} = 3\,925 \text{ mètres.}$$

Coefficient de résistance de pénétration pour le foret à quatre tranchants :

$$R = 280 + \frac{12}{\frac{a}{2}} = 280 + \frac{12}{0,20} = 280 + 60 = 340 \text{ kg.}$$

Pression sur le foret :

$$2 \times 160 \times 0,10 \times 340 = 10\,880 \text{ kg.}$$

Coefficient de pénétration relatif aux trois lames, α étant de 75° .

$$R = 100 + \frac{9}{\frac{a}{2}} = 100 + \frac{9}{0,20} = 100 + 45 = 145 \text{ kg.}$$

Pression sur les trois lames :

$$(500 - 160) \times 0,20 \times 145 = 9\,860 \text{ kg.}$$

Pression totale sur les outils :

$$10\,880 + 9\,860 = 20\,740 \text{ kg.}$$

La pression sur le foret de 160 serait supérieure à celle sur les lames.

Énergie de pénétration par mètre courant : 20 740 kgm.

Coefficient de résistance de coupe relatif au foret :

$$R_1 = 450 + \frac{10}{\frac{a}{2}} = 450 + \frac{10}{0,20} = 450 + 50 = 500 \text{ kg.}$$

Moment de rotation du foret :

$$Mr = \frac{a R_1 d^2}{8} = \frac{0,4 \times 500 \times 160}{8} = 640\,000 \text{ kgmm.}$$

Coefficient de résistance à la coupe des lames.

$$R_1 = 180 + \frac{20}{\frac{a}{2}} = 180 + \frac{20}{0,20} = 180 + 100 = 280 \text{ kg.}$$

Moment de rotation des lames.

$$Mr = a R \frac{r^2 - r'^2}{2} = 0,40 \times 280 \times \frac{250^2 - 80^2}{2} = 3\,141\,600 \text{ kgmm.}$$

Moment total = $640\,000 + 3\,141\,600 = 3\,781\,600 \text{ kgmm.} = 3\,780 \text{ kgm.}$

Si nous recherchons la fatigue R' de la barre carrée de 340 millimètres de côté sous le moment Mr , on trouve :

$$R' = \frac{2 \times 1,414 \times 3\,781\,600}{340^3} = 0,27 \text{ kg.}$$

Énergie par tour = $3\,780 \times 2 \times 3,14 = 23\,740 \text{ kgm.}$

Puissance ou énergie par seconde = $\frac{23\,740 \times 2,3}{60} = 908 \text{ kgm.}$

En admettant un rendement général de 0,60, la puissance totale serait :

$$\frac{908}{0,60} = 1\,513 \text{ kgm. soit 15 poncelets.}$$

En opérant avec deux porte-lames, il faudrait 30 poncelets. C'est, assurément, la plus puissante opération de forage réalisée à ce jour dans les ateliers de construction. Avec des outils ordinaires remplaçant les lames, la dépense d'énergie serait notablement réduite; ou mieux l'avance pourrait être portée à 1 millimètre et plus; le nombre de tours par minute étant plus élevé, l'opération se ferait plus rapidement.

Notons que dans ces puissantes foreuses pour lingots, la poussée sur chaque barre est obtenue par pression hydraulique; les mécanismes sont munis de dispositifs qui limitent l'effort à volonté. On cite comme l'une des plus robustes foreuses de ce genre, celle construite récemment pour la *Nidvale Steel Company* par la *Niles-Bement Pond Company* à leurs usines de Hamilton (Ohio). La pression sur chaque tige de forage peut atteindre 70 000 kg. Cette foreuse est prévue pour des trous jusqu'à 400 millimètres de diamètre dans des pièces de 21 mètres de longueur. Elle est actionnée par une dynamo de 330 ampères, 220 volts soit environ 72 kilowatts ou environ 70 poncelets. (*Engineering*, 4 mars 1904, p. 326.)

Essais de forage à outrance. — Le forage à outrance peut se faire sous forte avance et petite vitesse, sous faible avance et grande vitesse, ou encore avec forte avance et grande vitesse relatives.

Dans le premier cas, c'est la résistance du foret à la torsion qui est particulièrement en jeu, ou la résistance des tranchants et de la pointe à l'écrasement ; dans le deuxième cas, il importe de ne pas porter l'outil à une température trop élevée qui émousse la pointe et les tranchants, nécessite de nombreux affûtages ; dans le troisième cas, la résistance et l'échauffement sont à considérer.

Il faut faire intervenir la puissance de la foreuse qui sert de limite commune et qui est déterminée par la courroie ou par la dynamo de commande. On peut admettre qu'une foreuse de puissance utile maximum τ , peut débiter un volume de métal constant V dans l'unité de temps ; cela revient à supposer que le coefficient d'énergie τ' , ne varie guère, ce qui ne s'éloigne pas trop de la réalité lorsque les avances sont supérieures à 1 millimètre.

L'expression du volume enlevé par seconde est :

$$V = \frac{\pi d^2}{4} a \frac{t}{60}.$$

Si l'on considère le nombre de tours t minimum du foret, il faut admettre que l'on opère avec le foret de diamètre maximum d sous avance a .

Au contraire, en marchant sous le régime du nombre de tours maximum t' de la foreuse, il faut supposer un diamètre plus petit d' et une avance a' .

On aurait :

$$d^2 a t = d'^2 a' t'$$

soit :

$$\frac{d'^2}{d^2} = \frac{a t}{a' t'}.$$

Les diamètres doivent être inversement proportionnels aux racines carrées des produits de l'avance par le nombre de tours.

Si on adopte :

$$a = a'$$

il viendrait :

$$\frac{d'^2}{d^2} = \frac{t}{t'}.$$

La vitesse circonférentielle étant supposée la même,

on a :

$$d t = d' t'$$

et

$$d a = d' a'$$

soit :

$$\frac{d'}{d} = \frac{a}{a'}.$$

Les avances devraient être en rapport inverse des diamètres, condition qui s'éloigne beaucoup de la règle pratique :

$$a = k\sqrt[n]{d}.$$

Il s'ensuit que dans le travail courant, la puissance dépensée par les forets de petit diamètre est notablement inférieure à celle dépensée par ceux de grand diamètre. Pour apprécier les valeurs à attribuer aux éléments variables, nous supposerons une foreuse pour laquelle :

$$\tau_m = 400 \text{ kilogrammètres.}$$

en admettant un rendement de 0,70, l'énergie utile pour le forage serait : 280 kgm. Si le foret du modèle hélicoïdal opère dans de la fonte tenace, on peut prendre :

$$\tau'_1 = 0,300 \text{ kgm.}$$

Il vient :

$$V = \frac{280}{0,300} = 930 \text{ millimètres cubes par seconde.}$$

Pour divers diamètres, on déduit les valeurs suivantes qu'il faudrait donner à l'avance pour les nombres de tours ordinairement admis :

$d =$	10	20	40	60	80	100 mm.
$t =$	200	100	50	30	25	20 tours.
$a =$	3,6	1,8	0,9	0,67	0,45	0,36 mm.

Les avances seraient beaucoup trop fortes pour les forets de 10 et de 20 millimètres, tandis qu'elles sont acceptables pour les forets de plus gros diamètres.

En doublant la puissance de la foreuse, il faudrait doubler les avances ou doubler les nombres de tours et, dans ce dernier cas, il faudrait adopter des forets en acier spécial au tungstène, dit acier rapide.

Les forets ordinaires ne supporteraient pas longtemps un tel régime, la pointe s'écraserait, les tranchants s'émousseraient ou s'ébrêcheraient, la queue serait tordue.

On est conduit à rechercher la résistance de torsion d'un foret en ses parties principales. Nous considérons seulement les forets hélicoïdaux, les seuls que l'on puisse employer dans le forage à outrance.

Ces forets jusqu'à 25 millimètres de diamètre ont, le plus souvent, le diamètre maximum de la queue égal ou supérieur à celui du corps, tandis que pour les diamètres au-dessus, le diamètre maximum de la queue est plus petit.

Ainsi un foret de 100 millimètres n'a que 64 millimètres et 54 millimètres de diamètre à la queue.

En outre, comme la queue n'est pas trempée, le coefficient de résistance de

torsion R' de l'acier est moins élevé que celui R de la partie cannelée. Si d est le diamètre proprement dit, d' celui à la naissance de la queue, le moment de torsion de la partie cannelée peut être pris égal à la moitié de la valeur qui correspond à une section pleine de diamètre d , soit :

$$M = \frac{R \pi d^3}{2 \times 16}.$$

Celui de la queue est :

$$\frac{R' \pi d'^3}{16}$$

soit :

$$\frac{R \pi d^3}{2 \times 16} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \frac{R' \pi d'^3}{16}.$$

Divers essais nous ont montré que l'on pouvait admettre sans grand écart :

$$R = 2 R'$$

de sorte que, dans le cas d'égalité des moments de torsion, il faudrait adopter :

$$d = d'.$$

Les gros forets sont donc trop faibles à la queue puisque :

$$d' < d$$

c'est pourquoi ils se tordent lorsqu'ils ne s'ébrèchent pas aux tranchants.

Par exemple, pour le foret de 60 millimètres de diamètre, queue de 45 millimètres, le rapport des moments serait :

$$\frac{M}{M'} = \frac{d^3}{d'^3} = \frac{60^3}{45^3} = 2,38.$$

Pour le foret de 100 millimètres, queue de 64 millimètres à la naissance,

$$\frac{d^3}{d'^3} = \frac{100^3}{64^3} = 3,8.$$

Adoptant :

$$R' = 60 \text{ kg. par millimètre carré.}$$

$$M' = \frac{R' \pi d^3}{16} = \frac{60 \times 3,14 \times 64^3}{16} = 3\,086\,700 \text{ kgm.}$$

ce qui correspondrait sur chaque tranchant à un effort :

$$P_1 = \frac{3\,086\,700}{50} = 61\,734 \text{ kg.}$$

et

$$p_1 = 1\,286 \text{ kg.}$$

valeur excessive.

Dans de l'acier à résistance de coupe de 300 kg. par millimètre carré de section, chaque tranchant pourrait enlever un copeau d'épaisseur verticale

$$e = \frac{61\,734}{300 \times 50} = 4,1 \text{ millimètres.}$$

soit une avance de 8 millimètres par tour, valeur que l'on ne saurait pratiquement obtenir. La poussée sur l'outil serait d'environ : 70 000 kg., soit une pression par millimètre carré de section transversale du foret inférieure à 20 kg. une pression par millimètre de tranchant :

$$p = \frac{70\,000}{100} = 700 \text{ kg.}$$

qui produirait l'ébrèchement.

Il arrive parfois que dans une fausse manœuvre du déplacement rapide du chariot de la tête d'une forte machine, le foret se trouve tordu à la queue ; par les calculs ci-dessus, on juge des efforts qui peuvent se produire dans une telle éventualité.

Si la pointe est écrasée, ou si l'avance est trop forte, la poussée croît rapidement et détermine soit la rupture des tranchants par pression, soit la rupture de l'un des organes du mécanisme qui produit l'avance : par exemple, les dents de la crémaillère, ainsi que nous l'avons constaté en opérant avec un foret de 90 millimètres sous avance de 0,4 de millimètre seulement.

En général les tranchants du foret se brisent, ou encore, lorsque sur l'outil existent les deux lignes de repère pour l'affûtage, elles donnent lieu à la trempe à des fissures et, sous l'effort de torsion, les parties se séparent même sous avance modérée. On sait d'ailleurs que la fatigue maximum de torsion d'une pièce à section rectangulaire ou évidée telle qu'un foret hélicoïdal, se produit sur les hélices les plus voisines de l'axe et non pas au pourtour comme dans une section circulaire complète.

Essais de rupture par pression longitudinale. — Nous avons rompu quelques forets par pression en bout en opérant à la machine à essayer. Préalablement l'outil était engagé d'un centimètre dans un bloc de fonte qu'il avait foré ; la queue était maintenue dans la boîte de tenue.

Nous avons constaté les valeurs suivantes :

Diamètre du foret. mm.	Longueur de la partie libre. mm.	Effort de rupture. kg.	Résistance par mm ² de section de diamètre d . kg.	Pression par millimètre de tranchant.
12	100	1 050	9	87
15	145	4 550	20	303
16	95	4 800	19	300
21	140	8 200	23,7	390

Dans la partie rainurée, la section est d'environ la moitié de $\frac{\pi d^3}{4}$, de sorte que les coefficients de résistance sont doublés. Les ruptures se produisent par



Fig. 1585 à 1588.

flexion, soit vers la partie détremée, à proximité de la queue, soit vers le milieu de la longueur libre ainsi que l'indiquent les fig. 1585 à 1588.

Dans chaque cas, la pointe et les tranchants sont ébréchés sinon brisés.

Essais de rupture des forets par torsion en travail.

Comme les foreuses dont nous disposions n'étaient pas assez robustes pour permettre des avances automatiques de plusieurs millimètres nécessaires pour déterminer la rupture des forets essayés, nous avons dû opérer avec un tour parallèle, soit celui que nous avons utilisé pour divers essais antérieurs.

Le tour était actionné par l'intermédiaire d'un dynamomètre de rotation ; un essai général au frein nous donnait pour les diverses opérations les valeurs du moment tournant sans nous inquiéter des mécanismes intermédiaires.

Un foret hélicoïdal de 9 millimètres de diamètre sous avance de 1,5 millimètre a résisté jusque vers la perforation totale à travers un cube de fonte

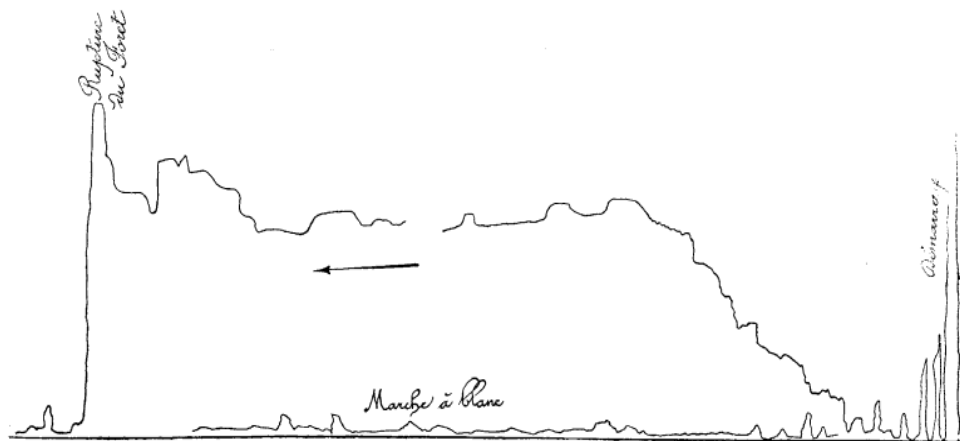


Fig. 1589. — Rupture d'un foret hélicoïdal de 9 mm. de diamètre; sous avance de 1^{mm},5 dans de la fonte tenace.

tenace de 60 millimètres d'épaisseur. Il s'est brisé par engagement final alors que le métal cédait quelque peu à la poussée énergétique qui le sollicitait, poussée s'élevant à environ 1000 kg.

Pour estimer cet effort à très peu près, la pièce était serrée sur le chariot du tour jusqu'à ce qu'elle ne puisse glisser sous l'avance donnée mais sans serrage surabondant. Ensuite, la partie supérieure du chariot était présentée, à la machine à essayer, pour mesurer l'effort qui produisait le glissement de la pièce. C'est un procédé simple pour estimer cet élément avec une approximation très suffisante dans un essai de ce genre.

Dans d'autres essais analogues, lorsque nous n'avons pu employer de bascule ou de levier, nous avons interposé entre la table et la pièce des rondelles de plomb, de liège, de caoutchouc, d'acier embouti, de diamètre approprié, en nombre convenable, dont on estimait aisément l'effort de compression par

l'affaissement déterminé pendant l'opération. Un dynamomètre hydraulique de compression convient également pour estimer la poussée d'un tel outil en ayant soin de le tarer souvent.

Le diagramme fig. 1589 relatif au foret de 9 millimètres montre les variations des efforts pendant les périodes de début et de fin de l'opération.

La valeur du moment maximum de coupe était de 9100 kgmm., soit une résistance de coupe

$$R_1 = \frac{8Mr}{ad^2} = \frac{8 \times 9100}{1,5 \times 9^2} = 598 \text{ kg.}$$

valeur élevée, due à ce que la pointe était très émoussée et de même les angles extérieurs des arêtes tranchantes.

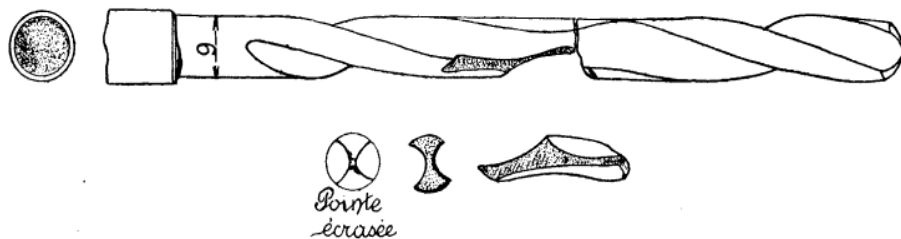


Fig. 1589 a.

Cependant la vitesse du foret était peu élevée, correspondait à 15 tours par minute; mais la pression par millimètre de tranchant ne s'éloignait pas de : $\frac{1000}{9} = 111 \text{ kg.}$

Il ne serait pas pratique d'adopter une avance de 1,5 millimètre pour un tel foret dans de la fonte, pas plus que dans du fer, de l'acier ou du cuivre.

On constate néanmoins que le foret est toujours assez résistant pour supporter les opérations courantes normales; que les ruptures sont le plus souvent dues à des défauts ou à l'engagement de l'outil lorsqu'il débouche.

Le moment de rupture du foret s'est élevé à 14700 kgmm.

Les brisures se sont produites simultanément au milieu de la longueur et à la naissance de la queue (fig. 1589 a), soit dans une partie trempée et dans une autre peu affectée par la trempe.

Le coefficient de résistance de rupture à la torsion ressort pour la partie non trempée de 9 millimètres de diamètre, à :

$$R' = \frac{16M'}{\pi d^3} = \frac{16 \times 14700}{3,14 \times 9^3} = 92 \text{ kg. par millimètre carré.}$$

valeur satisfaisante.

Dans la partie cannelée, le module de section peut être pris égal à la moitié de celui de la section pleine, ce qui porterait la résistance R à 184 kg., valeur encore acceptable pour l'acier trempé de bonne qualité.

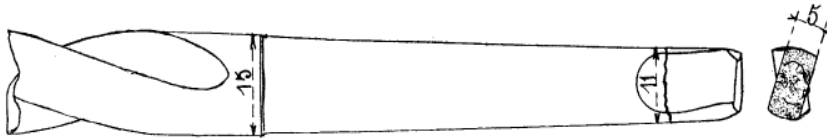


Fig. 1390.

Ces coefficients sont très variables avec les divers aciers; des essais de torsion sur éprouvettes à l'état naturel, ou trempé à l'huile, ou trempé à l'eau sur

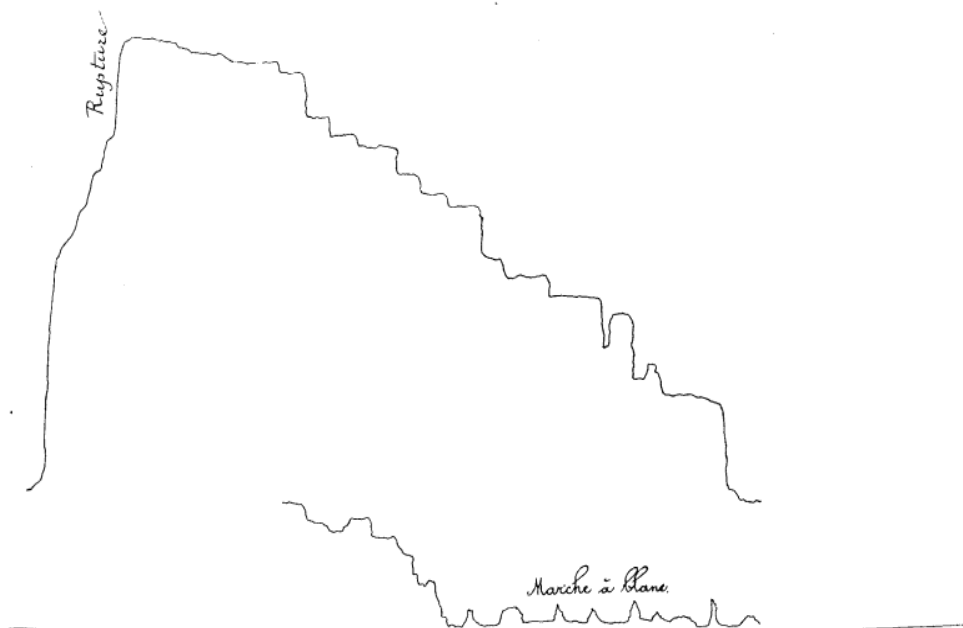


Fig. 1391. — Forage de fonte tenace avec foret hélicoïdal de 15 mm. de diamètre.
Avance de 2 mm. par tour.

recuit au jaune, nous ont donné pour des éprouvettes cylindriques de 10 à 12 millimètres de diamètre avec des aciers ordinaires à outils :

État naturel.	70 à 140 kg.
Trempe à l'huile.	120 à 180 kg.
Trempe au jaune.	100 à 200 kg.

Tome 107. — Octobre 1903.

71

Le foret de 9 millimètres sous avance de 1,5 millimètre, marchant à raison de 200 tours par minute, enlèverait par seconde un volume :

$$V = \frac{3,14 \times 9^2}{4} \times 1,5 \times \frac{200}{60} = 316 \text{ mm}^3.$$

le coefficient de coupe étant $T' = 0,50$ l'énergie de coupe par seconde s'élèverait à 158 kgm., avec un rendement de 0,70, l'énergie totale serait de 226 kgm., soit plus de 2 poncelets.

Foret de 15^{mm}. — Un foret de 15 millimètres n'a guère souffert sous l'avance

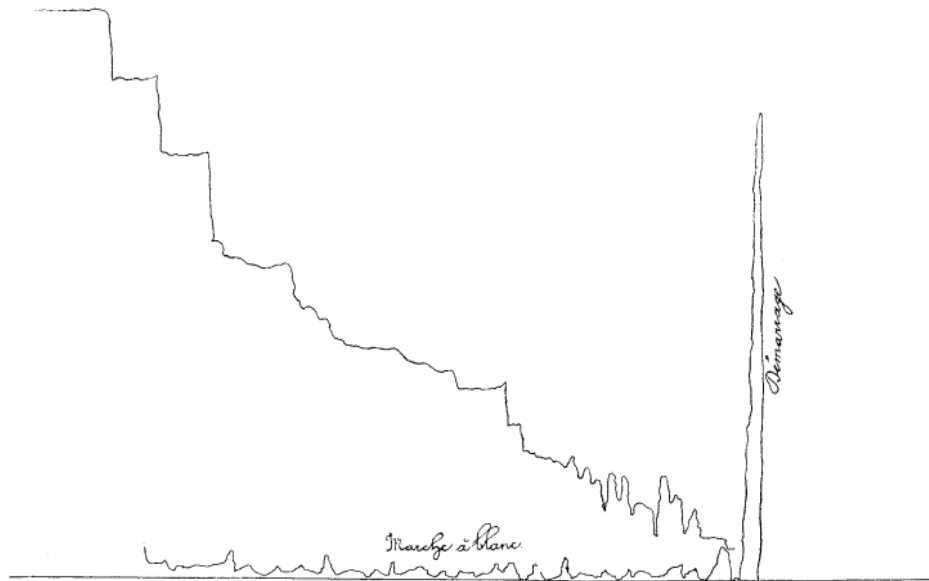


Fig. 1592. — Forage de fonte tenace avec foret hélicoïdal de 16 mm. de diamètre.
Avance de 2 mm. par tour.

de 1,5 millimètre; la pointe était seulement un peu écrasée. La pression s'élevait à environ 1900 kg., soit à 126 kg. par millimètre de tranchant.

Le moment de rotation était de 15400 kgmm.
soit une résistance unitaire à la coupe :

$$R_1 = \frac{8M}{ad^2} = \frac{8 \times 15\,400}{1,5 \times 15^2} = 365 \text{ kg.}$$

valeur admissible.

Sous avance de 2 millimètres l'extrémité plate de la queue s'est rompue comme (fig. 1590). La profondeur du trou était alors de 42 millimètres. Le diagramme (fig. 1591) accusait des variations progressives prononcées à mesure

que le trou s'approfondissait. Le foret coupait moins bien que sous l'avance de 1,5 millimètre, la pointe était complètement écrasée; la poussée était supérieure à 2500 kg, soit à 166 kg., par millimètre de tranchant.

Le moment de torsion était de 32 900 kgmm.

Le moment de résistance étant :

$$\frac{a^2 b^2 R'}{3\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{11^2 \times 5^2 \times R'}{3\sqrt{11^2 + 5^2}} = 83 R'$$

on déduit :

$$R' = \frac{32\,900}{83} = 395 \text{ kg.}$$

valeur trop forte.

Il faut noter que l'emboîtement conique à force de l'outil dans le manchon de tenue a pour effet de réduire dans une grande proportion le moment qui se

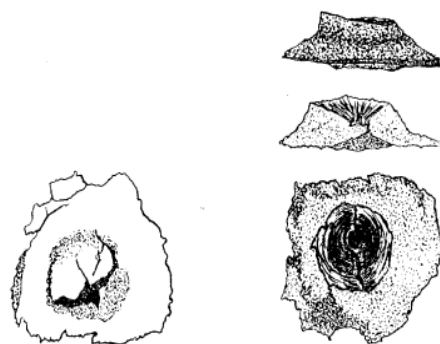


Fig. 1593.

développe sur l'extrémité de la queue. On peut admettre une valeur cinq fois moindre pour R' et par suite aussi pour le moment à la queue.

Si l'on considère la résistance de torsion dans la section pleine de 15 millimètres de diamètre :

$$R' = \frac{16 M'}{\pi d^3} = \frac{16 \times 32\,900}{3,14 \times 15^3} = 49,5 \text{ kg.}$$

dans la partie trempée cannelée, la fatigue pouvait être double, soit 100 kg.

Ces valeurs étaient insuffisantes pour produire la rupture du foret par torsion en dehors de l'extrémité de la queue.

Ce foret de 15 millimètres pouvait donc posséder une avance supérieure à 2 millimètres, ainsi que d'ailleurs nous l'a démontré un essai fait avec un foret de 16 millimètres, diagramme (fig. 1592).

Après pénétration de 55 millimètres sous avance de 2 millimètres la pointe était écrasée, les tranchants émoussés, ce qui a produit la progression étagée du moment dont la valeur maximum était 40500 kgmm. La fatigue de l'acier en pleine section ressort à :

$$R = \frac{16 M}{\pi d^3} = \frac{16 \times 40\,500}{3,14 \times 16^3} = 58,8 \text{ kg.}$$

soit dans la section cannelée une fatigue d'environ 120 kg., valeur inférieure à celles trouvées ci-dessus et qui correspondaient à la rupture.

Effort P_1 sur chaque tranchant :

$$P_1 = \frac{2 M_r}{d} = \frac{2 \times 40\,500}{16} = 5\,050 \text{ kg.}$$

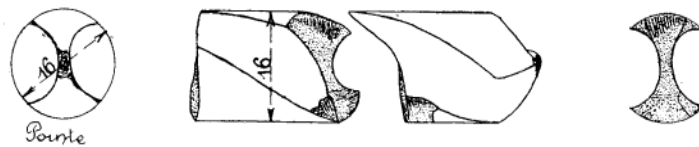


Fig. 1594.

Effort p , par millimètre de longueur de tranchant :

$$p_1 = \frac{5\,050}{8} = 630 \text{ kg.}$$

Cette valeur atteste la grande résistance des tranchants d'un tel foret; elle surprend.

D'autre part, la pression longitudinale était d'environ 2800 kg., soit :

$$p = \frac{2\,800}{16} = 175 \text{ kg.}$$

On conçoit que les tranchants, tout en résistant à de tels efforts, ne peuvent conserver leur acuité première; ils s'émoussent si l'opération se prolonge. La figure 1593 montre la partie qui s'est détachée de la pièce à la fin de l'opération sous la poussée. La plus grande partie de la pression longitudinale se développe sur la pointe écrasée qui doit refouler le métal dans la masse.

On déduit encore :

$$R_t = \frac{8 \times 40\,500}{2 \times 16^2} = 630 \text{ kg.}$$

Au début de l'opération, lorsque l'outil n'était pas encore détérioré, le moment avait une valeur moindre de moitié. Le forage d'un deuxième trou à fond a déterminé la rupture (fig. 1594). Avec un acier extra, il n'est pas pratique de dépasser une avance de 1 millimètre par tour, si l'on veut prévenir les affûtages

répétés et ne pas trop fatiguer les organes de pression, en particulier lorsqu'on opère avec des forets dont le diamètre se rapproche de la limite pour laquelle la foreuse a été établie.

Le forage à outrance dans un métal tel que la fonte tenace a donc pour limite l'écrasement de la pointe, l'émoussement ou la rupture des tranchants et non pas, si l'outil est bien trempé, la résistance du foret à la rupture par torsion ou par pression longitudinale.

Poursuivant ces essais avec un foret de 23 millimètres, nous avons successi-

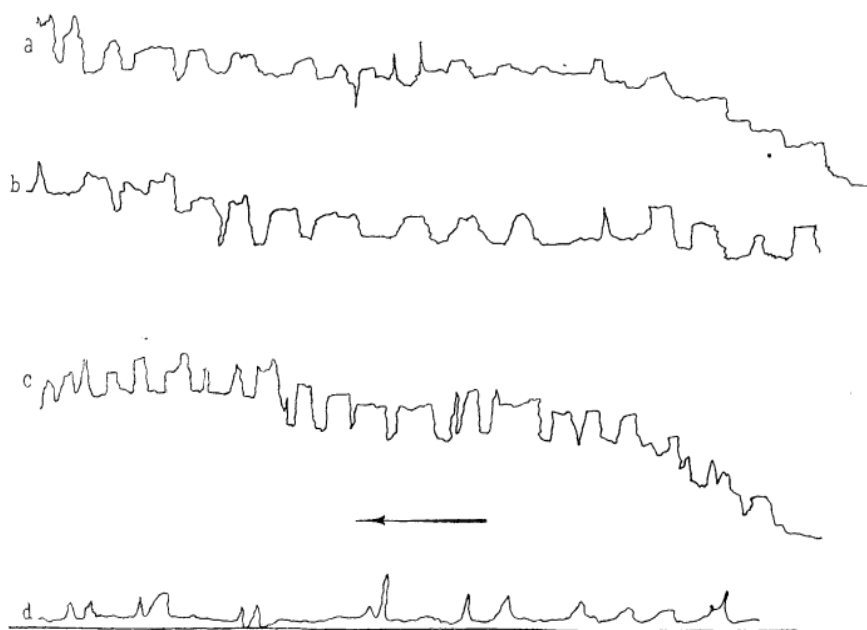


Fig. 4595. — Forage de fonte tenace avec foret hélicoïdal de 23 mm. de diamètre.
Avances de 0,4, 1 mm., 1^{mm},5 par tour.

vement opéré sous les avances de 0,4, 1 millimètre, 1,5 millimètre; avec une avance plus forte, la courroie de commande glissait ou l'écrou de la vis du chariot du tour échappait.

Les diagrammes (fig. 4595) indiquent toujours des accroissements progressifs étagés des efforts avec la profondeur du trou, c'est-à-dire, à mesure que les tranchants s'émoussent et que le foret tend à engager davantage.

Notons les valeurs des moments de rotation constatés, celles de $R_t = \frac{8 M_r}{a d^2}$ qui s'en déduisent, ainsi que les valeurs de P et de p , soit pour :

$a =$	0,4	1	1,5 millimètre.
$M_r =$	14 700	28 700	39 900 kgmm.
$R_1 =$	546	426	399 kg.
$P =$	950	2 100	3 200 kg.
$p =$	41	91	140 kg.

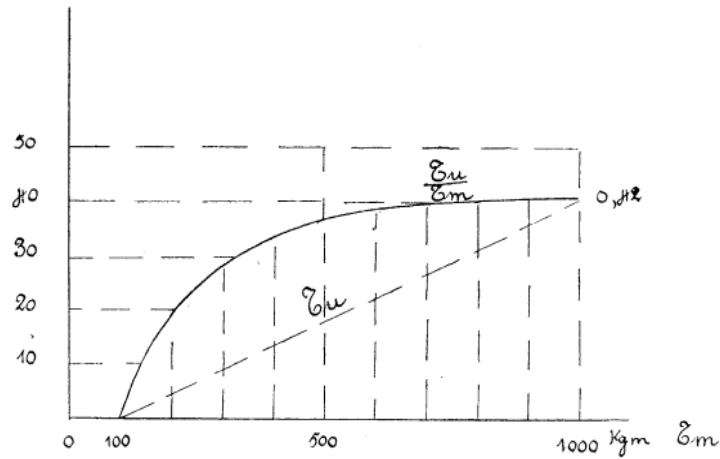


Fig. 1596. — Rendement de grosse fraiseuse-foreuse.

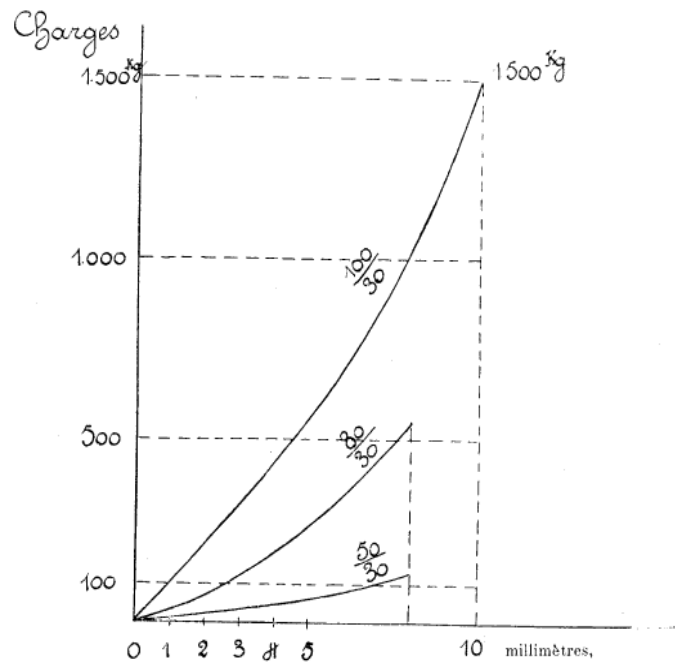


Fig. 1597. — Efforts de compression de rondelles en caoutchouc de 100, 80, 50 mm. de diamètre sur 30 mm. de hauteur.

Avec les avances de 1 millimètre et 1^{mm},5 les arêtes tranchantes s'émoussaient rapidement.



Fig. 1598.

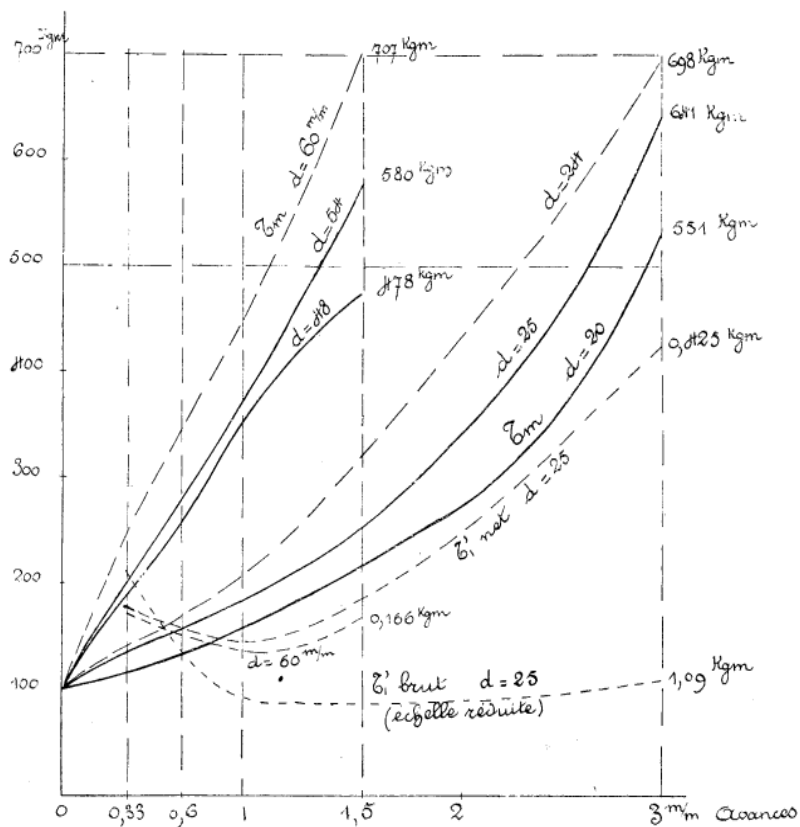


Fig. 1599. — Forage de fonte à outrance avec forets divers.

Sous le moment 39900 kgmm., la fatigue de l'acier dans la partie rainurée du foret ressort seulement à :

$$R' = \frac{2 \times 16 M'}{\pi d^3} = \frac{2 \times 16 \times 39900}{3,14 \times 25^3} = 46,5 \text{ kg.}$$

Pour briser un tel foret nous avons dû avoir recours à la grosse fraiseuse-

foreuse verticale des ateliers de MM. Dujardin et C^{ie}, comportant un arbre porte-foret de 100 millimètres de diamètre et des avances de 0,3 — 0,6 — 1 — 1,5 et 3 millimètres. La commande de cette machine comprend une dynamo de 70 ampères 120 volts.

Le nombre de tours maximum possible adopté était de 24 par minute.

Nous avons opéré dans un bloc de fonte très douce de 80 millimètres d'épaisseur, avec des forets de divers diamètres. Nous avons complété ces essais en forant du fer misé provenant de déchets de vieilles plaques de blindage de 230 millimètres d'épaisseur, et de l'acier à manivelle, bloc de 180 millimètres d'épaisseur (R = 55 kg. A = 20 p. 100).

Il nous a fallu aussi déterminer le diagramme du rendement (fig. 1596) de cette machine pour permettre de déduire les énergies nettes de forage. Pour estimer les pressions, 6 rondelles de caoutchouc de 100 millimètres de diamètre et de 30 millimètres d'épaisseur étaient intercalées entre des plaques de support dont il est inutile de donner la disposition. Le diagramme des efforts de compression d'une rondelle est indiqué (fig. 1597). Nous avons pu obtenir ou déduire les divers résultats qui suivent :

Forage à outrance, fonte très douce en forte épaisseur; 24 tours par minute.

Diamètre du foret.	Avance par tour.	Volts.	Ampères.	Puissance τ_m		$\frac{\tau_u}{\tau_m}$	τ_u kgm.	Volume par 1"	Énergies par mm ³		Pression longitudinale kg.
				en watts.	en kgm.				brute kgm.	nette kgm.	
20	0	108	9	972	99	0	0	0	0	0	0
»	0,33	108	10,5	1 134	115	0,06	9	44,3	2,78	0,166	420
»	0,6	108	12	1 296	131	0,08	10,5	75	4,74	0,140	740
»	1	108	14,5	1 566	160	0,120	19,2	125,6	1,28	0,153	960
»	1,5	106	20	2 120	215	0,190	41	188	1,14	0,217	1 450
»	3	104	52	5 408	551	0,380	211	376	1,48	0,560	3 400
25	0	110	9	990	101	0	0	0	0	0	0
»	0,33	110	12,5	1 375	140	0,08	11,2	64,5	2,10	0,174	580
»	0,6	110	14	1 540	157	0,120	18,8	117,7	1,34	0,160	980
»	1	110	16,5	1 815	185	0,150	28	196	0,945	0,142	1 600
»	1,5	108	22,5	2 430	248	0,220	54,6	294	0,840	0,185	2 200
»	3	105	60	6 300	641	0,390	250	588	1,09	0,423	5 200
48	0,33	110	17	1 870	190	0,165	44	238	0,800	0,185	760
»	0,6	110	23	2 530	258	0,250	64,8	434	0,508	0,148	1 340
»	1	110	31,5	3 465	353	0,310	110	722	0,490	0,152	2 250
»	1,5	110	42,5	4 675	478	0,365	174	1 083	0,440	0,161	3 500
54	0,33	108	18,5	1 998	203	0,200	40,6	300	0,67	0,136	870
»	0,6	108	25	2 700	275	0,264	72,5	549	0,50	0,132	1 500
»	1	108	33	3 580	362	0,320	116	910	0,40	0,128	2 480
»	1,5	108	53	5 720	580	0,385	222	1 365	0,422	0,162	3 950

Autre variété de fonte douce.

24	0,33	114	12	1 370	140	0,08	11,2	59,4	2,35	0,188	650
»	0,6	114	14	1 600	163	0,120	19,6	108	1,51	0,181	1 150
»	1	114	18	2 050	200	0,200	41,8	180	1,16	0,233	1 800
»	1,5	113	28	3 160	320	0,290	93	270	1,18	0,345	2 700
»	3	112	61	6 840	698	0,400	270,2	540	1,28	0,516	5 400
60	0,33	114	22	2 500	255	0,245	62,4	372	0,685	0,167	980
»	0,6	114	28,5	3 360	342	0,300	102,6	675	0,508	0,152	1 750
»	1	112	38,5	4 310	440	0,350	154	1 130	0,390	0,136	2 800
»	1,5	112	62	6 950	707	0,400	282,8	1 695	0,415	0,166	4 400

Afin de prévenir la rupture des forets, les trous sous forte avance n'étaient pas percés d'outre en outre.

Les copeaux de fonte étaient peu développés (fig. 1598), mais on ne constatait pas de poussière ou très peu avec les avances à partir de 1 millimètre.

Le foret de 25 millimètres sous avance de 3 millimètres par tour a exigé une puissance totale de 6 300 watts, soit 6,4 poncelets. Ce nombre paraît tout simplement extraordinaire lorsqu'on assiste à l'essai et que l'on constate un nombre de tours de 24 seulement.

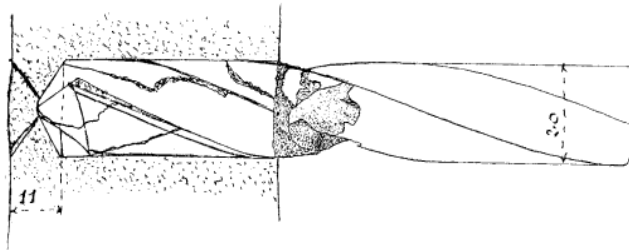


Fig. 1600. — Forage de fonte douce à outrance sous avance de 3 mm.

Le rendement étant de 0,390, l'énergie nette de forage par seconde s'élevait à 2,5 poncelets, valeur très grande qui serait augmentée en proportion du nombre de tours, lequel pourrait être porté par exemple à 96, la foreuse développant alors une énergie utile de 10 poncelets.

La pénétration par minute serait dans ce cas de : $96 \times 3 = 288$, soit 4^{mm},8 par seconde.

Le diagramme relatif à ce foret (fig. 1599) fait ressortir un grand accroissement de l'énergie pour les avances supérieures à 1 millimètre. Cela dénote que les tranchants s'émoussaient et que la pointe s'écrasait ainsi qu'on le constatait après l'opération. Il conviendrait donc de limiter l'avance à moins de 1 millimètre et, si l'acier le permet, d'augmenter la vitesse de rotation si l'on veut accroître la rapidité des opérations.

Le foret de 20 millimètres a nécessité sous avance de 3 millimètres une puissance de 5 408 watts.

Le rendement étant de 0,380, l'énergie nette ressort à 2,41 poncelets.

Afin de briser le foret de 20 millimètres nous avons poursuivi le forage à travers la pièce. La rupture s'est produite comme l'indique la fig. 1600 dès que le fond eut cédé quelque peu à la pression de l'outil.

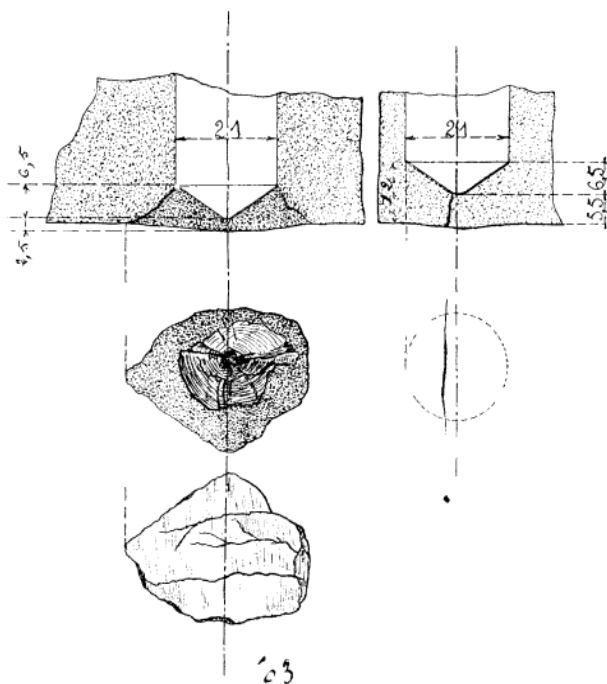


Fig. 1601 à 1603.

Fig. 1604-1605.

Pour constater l'importance de la rupture du cône de fond qui n'était pas détaché, nous avons scié la pièce en deux suivant l'axe; les lignes de rupture s'apercevaient à la loupe mais difficilement à l'œil nu.

Les pressions ont été estimées à la fin de chaque opération pour laquelle on ne traversait pas la pièce; après arrêt nous mesurons les dépressions des rondelles de caoutchouc interposées et dont nous connaissons le tarage ainsi qu'il a été indiqué ci-avant.

Pour les fortes pressions, il convient d'adopter des bandes peu épaisses (20 millimètres), de préférence à des rondelles plus épaisses (30 à 40 millimètres).

La grande adhérence du caoutchouc maintient bien la pièce en place, néanmoins il est prudent de la buter contre tout déplacement rotatif que tend à produire le foret.

Pour estimer la pression que supportait le foret de 20 millimètres vers la fin de l'opération, nous avons foré des trous de 21 millimètres de diamètre en laissant au fond une épaisseur égale à celle de 10 millimètres pour laquelle le cône cédait.

Un premier trou avait laissé seulement 2^{mm},5; à la pointe, un deuxième avait 5,5 millimètres.

Le défoncement du premier (fig. 1601 à 1603), a nécessité un effort de 3900 kg., tandis que l'autre a exigé 7300 kg., pour produire une première fente (fig. 1604-1605) avec faible dépression.

Les tranchants de l'outil étaient rompus d'une façon très symétrique suivant les lignes ab , $a'b'$ (fig. 1606-1607).

Ils supportaient une pression par millimètre courant de tranchant :

$$p = \frac{7300}{21} = 347 \text{ kg.}$$

Le foret était quelque peu fléchi sur la longueur.

Rapportant la charge à la section cylindrique d'encastrement, on aurait un coefficient :

$$R' = \frac{7300}{3,14 \times 21 \times 12} = 9,3 \text{ kg.}$$

pour le premier trou :

$$R' = \frac{3900}{3,14 \times 21 \times 6,5} = 9,1 \text{ kg.}$$

Le diagramme des énergies nettes τ_1' afférentes au foret de 25 millimètres (fig. 1599) montre qu'elles décroissent avec l'avance jusqu'à environ 1 millimètre, puis elles croissent, ce qui n'a rien d'étonnant puisque l'outil se détériore de plus en plus. Si l'outil conservait son état primitif, il n'est pas douteux que la dégression de τ_1' se continuerait ainsi que nous le constaterons avec les outils de rabotage enlevant des épaisseurs de plusieurs millimètres sans se détériorer.

Les valeurs de l'énergie nette par millimètre cube (τ_1' relatives à l'avance de 0,33 peuvent s'écarter de la réalité, car l'énergie utile est très petite par rapport à l'énergie totale. La mesure précise était difficile à constater et l'on conçoit qu'avec une machine de cette importance, on se trouve dans un cas analogue à celui d'un chimiste qui voudrait faire de très petites pesées avec une bascule ordinaire.

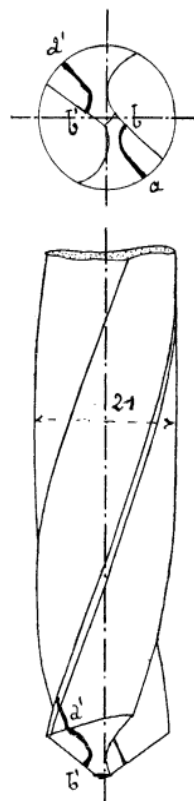


Fig. 1606-1607.

Sur la fig. 1599 nous avons tracé pour $d = 25^{\text{mm}}$, le diagramme des énergies brutes τ_1' ; l'échelle adoptée est dix fois plus petite que celle des énergies nettes.

Les autres courbes représentent τ_m des autres forets; leurs allures sont plus ou moins régulières; s'écartent peu d'une droite moyenne correspondant à chacune d'elles. Nous avons pu forer sous avance de $1^{\text{mm}},5$ dans des conditions normales; les résultats sont assez concordants entre eux. En travail ordinaire, ces forets de 50 à 60 millimètres de diamètre possèdent une avance de 0,33 assez

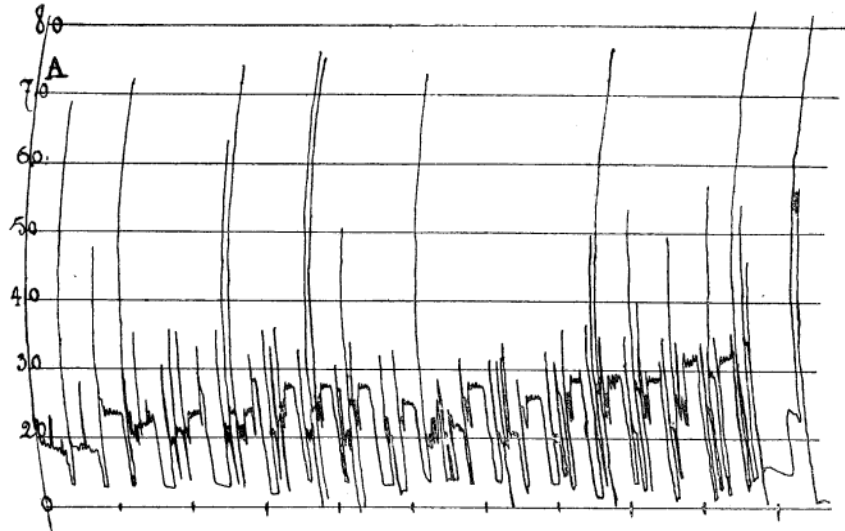


Fig. 1608-1609. — Diagramme relatif au forage de trous de 68 mm. de diamètre dans une bride de bâti en fonte. Nombre de tours : 24. Avance : 0,33.

petite afin d'obtenir des trous plus réguliers, afin de ne pas échauffer l'outil ni émousser les tranchants trop vite.

Le forage de trous répétés donne lieu à des diagrammes tels que ceux (fig. 1608-1609).

Avec les aciers spéciaux dits à vitesse accélérée, on pourrait sans crainte marcher sous avance de 0,6 et même de 1 millimètre, parce que ces aciers résistent bien aux hautes températures de travail et à l'usure.

C'est ainsi que nous avons fait, avec un foret de 22 millimètres de diamètre marchant à 164 tours par minute sous avance de $0^{\text{mm}},4$ dans un barreau de fonte demi-dure, 100 trous de 90 millimètres de profondeur, soit une longueur totale de 9 mètres, sans que les tranchants fussent émoussés.

Tous les 25 trous, nous avons vérifié les valeurs des moments de rotation, nous n'avons pas constaté de différence notable. La température de la pièce, et surtout celle du foret, était assez élevée, supérieure à 100° .

Variation des diamètres. — Les essais dans la fonte avec les forets de diamètres différents permettent de comparer les valeurs de τ_1' brutes et nettes afférentes.

Pour	$a =$	0,33	0,6	1	1,5	3 mm.
$d = 20$. . . $\tau_1' =$	brute . . .	2,780	1,740	1,280	1,14	1,48
	nette . . .	0,166	0,140	0,133	0,217	0,560
$d = 25$. . . $\tau_1' =$	brute . . .	2,100	1,340	0,945	0,840	1,09
	nette . . .	0,174	0,160	0,142	0,185	0,425
$d = 48$. . . $\tau_1' =$	brute . . .	0,800	0,508	0,490	0,440	"
	nette . . .	0,185	0,148	0,152	0,161	"
$d = 54$. . . $\tau_1' =$	brute . . .	0,670	0,500	0,400	0,422	"
	nette . . .	0,136	0,132	0,128	0,162	"
$d = 60$. . . $\tau_1' =$	brute . . .	0,685	0,508	0,390	0,415	"
	nette . . .	0,167	0,152	0,136	0,166	"

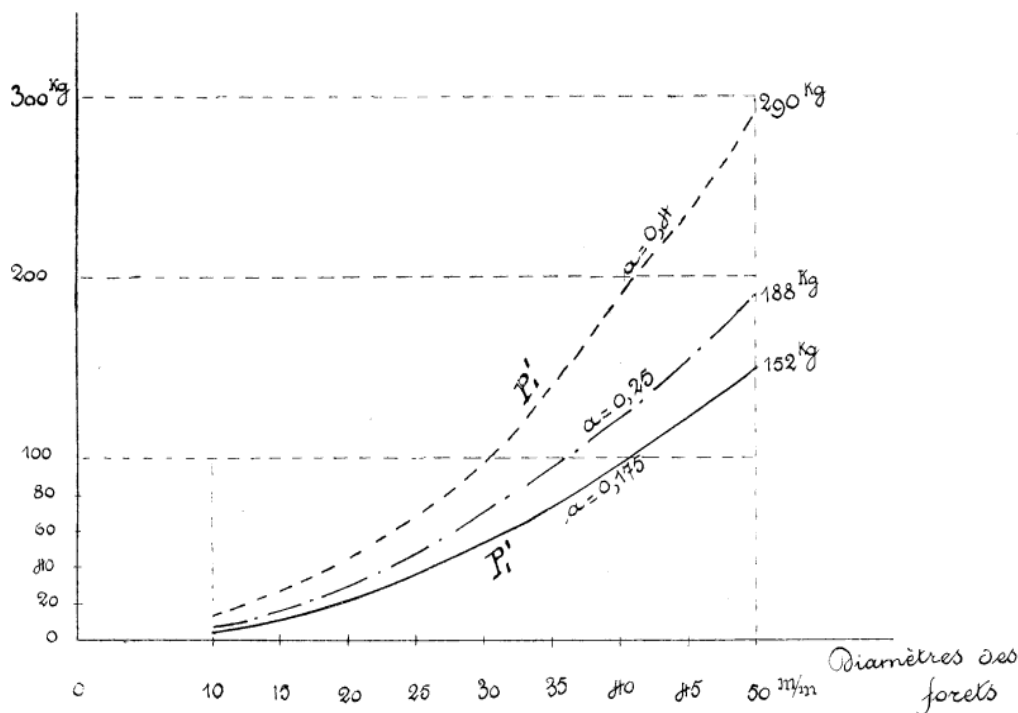


Fig. 1610. — Forage de fonte tenace avec forets hélicoïdaux de diamètres variables.

Pour les petites avances et les petits diamètres on conçoit que l'énergie brute soit beaucoup plus importante que pour les gros diamètres et les fortes avances. En ce qui concerne l'énergie nette, les différences sont acceptables tant que les avances ne sont pas trop prononcées.

On peut établir les mêmes comparaisons avec les essais ci-après du fer et ceux de l'acier pour les forets de 60 et 22 millimètres.

Mais pour de telles comparaisons il est préférable de faire des essais spéciaux en considérant que la vitesse n'ayant pas une influence sensible sur la valeur du coefficient d'énergie de forage, on peut rechercher, pour une même avance et pour des nombres de tours peu différents, quelles sont les variations du moment de coupe lorsqu'on fait varier le diamètre du foret, la valeur théorique du moment étant :

$$M_r = \frac{\alpha R_1 d^2}{8} = P_1' L.$$

La difficulté dans ces essais est l'obtention de forets bien semblables; on ne saurait guère opérer avec des forets de diamètre inférieur à 10 millimètres.

Nous nous en sommes tenu à l'emploi de forets hélicoïdaux dont les diamètres ont été de 10, 20, 30, 40 et 50 millimètres opérant dans une même pièce de fonte variété demi-douce pour cylindres à vapeur.

Au moyen des plateaux à billes et de deux dynamomètres tangentiels, nous avons mesuré directement le moment de rotation sans rechercher les pressions, lesquelles sont d'importance secondaire pour cette série d'essais.

Sous les avances : 0,175, 0,25 et 0,40 nous avons obtenu pour les divers diamètres les valeurs moyennes suivantes de P_1' agissant à la distance 85 millimètres de l'axe de rotation; nous faisons ressortir le rapport $\frac{d^2}{P_1'}$ et le coefficient R_1 .

Diamètres.		10	20	30	40	50 mm.	
Avances. . .	0,175	$P_1' =$	6	26	62	110	162
		$\frac{d^2}{P_1'} =$	16,7	15,7	14,3	14,6	13,4
		$R_1 =$	240	260	270	275	258
	0,25	$P_1' =$	8	36	84	140	220
		$\frac{d^2}{P_1'} =$	12,3	11,1	10,7	11,4	11,4
		$R_1 =$	220	245	255	239	240
	0,40	$P_1' =$	12	50	98	192	290
		$\frac{d^2}{P_1'} =$	8,33	8	9,2	8,4	8,6
		$R_1 =$	205	212	186	203	197

Les rapports $\frac{d^2}{P_1'}$ ne s'éloignent pas trop d'une constante pour chaque valeur de l'avance et les fluctuations de R_1 ne sont pas exagérées. La fig. 1610 donne les diagrammes de P_1' .

Forage à outrance dans le fer et l'acier demi-doux. — Nous avons opéré avec des forets de 22, 24, 60 millimètres de diamètre; nous avons obtenu les résultats du tableau ci-dessous.

FORAGE A OUIRANCE, FER ET ACIER DEMI-DOUX (24 tours par minute.)

Métal. Diamètre du foret.	Avance par tour.	Volts.	Puissance τ_m				$\frac{\tau_u}{\tau_m}$	τ_u en kgm.	Volume par l".	Énergies par mm ² .		Pression longi- tudinale kg.
			en ampères.	en watts.	en kgm.	brute kgm.				nette kgm.		
Fer	22	0	112	9	1 008	102						
	0,33	112	15	1 680	170	0,13	22	50	3,40	0,440	1 000	
	0,6	112	19	2 130	216	0,20	43	90	2,40	0,480	1 700	
	1	112	24	2 690	273	0,255	70	131	1,81	0,465	2 300	
	1,5	111	35	3 900	396	0,340	134	226	1,75	0,595	2 800	
Fer	60	0,33	113	40	4 520	460	0,36	166	372	1,24	0,446	2 700
	0,60	112	58	6 500	661	0,395	262	675	0,98	0,389	3 600	
	1,00	110	74	8 140	830	0,405	337	1 130	0,735	0,299	4 600	
Acier machine	22	0,33	113	14	1 580	160	0,125	20	50	3,2	0,400	780
	0,6	113	17	1 920	196	0,180	35	90	2,18	0,390	1 050	
	1	112	22	2 470	250	0,240	60	151	1,66	0,400	1 300	
Acier machine	24	0,33	113	15	1 470	149	0,10	14,9	59,4	2,50	0,250	850
	0,6	113	15	1 690	171	0,13	22,3	108	1,59	0,207	1 120	
	1	113	20	2 260	230	0,23	53	180	1,28	0,295	1 380	
	1,5	112	30	3 360	342	0,30	102,6	270	1,28	0,380	1 900	
	3	110	55	6 050	615	0,39	240	540	1,14	0,445	2 600	
Acier machine	60	0,33	113	38	4 300	439	0,35	153	372	1,18	0,412	2 300
	0,6	112	50	5 600	570	0,38	217	675	0,844	0,320	3 000	
	1	112	66	7 400	753	0,40	301	1 130	0,668	0,268	3 900	

Le foret de 22 millimètres en acier spécial s'est brisé dans de l'acier à manivelle à la profondeur de 60 millimètres sous une avance de 1 millimètre; les tranchants étaient en bon état après avoir opéré dans du fer avec avance de 1^{mm},5.

Le trou dans l'acier était fortement bourré, ce qui a déterminé un engagement fortuit et une plus grande résistance générale à la rotation déterminant la rupture.

Pour le foret de 60 millimètres, le bourrage ne se produisait pas dans les limites des avances de 0,33 à 1 millimètre possibles pour ce diamètre avec la machine utilisée.

Sous avance de 1 millimètre on obtenait les copeaux fig. 1611. L'obstruction du trou est aussi une cause de l'accroissement de l'énergie que font ressortir les valeurs qui se rapportent aux forets de 22 et 24 millimètres, dans le fer et l'acier, tandis que pour celui de 60 millimètres, l'énergie τ'_1 décroît quand l'avance augmente, indiquant ainsi qu'il n'y a pas de perturbations.

En comparant les valeurs relatives au fer et à l'acier demi-doux, on constate encore que le fer à blindage d'excellente qualité, très ductile, nécessite plus de pression et plus d'énergie de forage que l'acier à manivelle. La différence s'accuse nettement pour le foret de 60 millimètres et pour celui de 22 millimètres sur la fig. 1612.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler que le fer de grande ductilité et de grande ténacité relative exige de plus grands efforts que les aciers demi-durs ou demi-doux, car le fer tend à se dérober à l'attaque de l'outil comme le cuivre; il faut des tranchants bien affilés, tandis que l'acier, métal plus sec, moins gras, se laisse plus facilement entamer, les copeaux refoulent moins, se détachent mieux par arrachement avec fissure.

Dans l'acier, le foret de 22 millimètres s'est moins bien comporté que celui

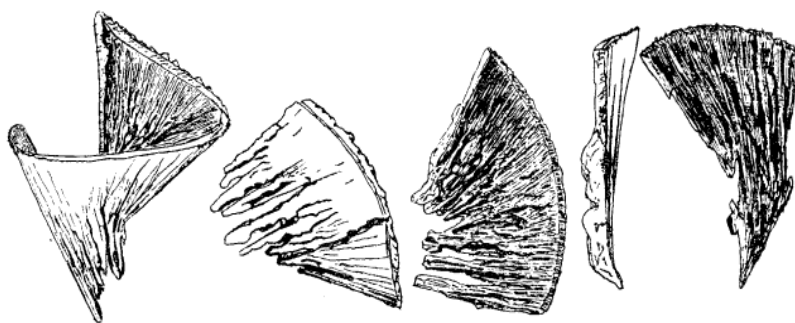


Fig. 1611. — Copeaux d'acier, foret de 60 mm. de diamètre $a = 1$ mm.

de 24 millimètres. Celui-ci était appointé, tandis que le premier ne l'était pas et avait déjà, comme il est dit ci-avant, travaillé sur une longueur totalisée de 9 mètres dans la fonte.

Le foret de 24 millimètres a pu subir l'avance de 3 millimètres sans se rompre, nécessitant sous cette avance une puissance de 6,15 poncelets.

Pour le forage de la fonte, du fer, de l'acier machine avec les forets hélicoïdaux en acier dit rapide, on préconise une avance variant seulement de 0,4 à 0,6 millimètre par tour et pour tous diamètres depuis 10 millimètres jusqu'à 100 millimètres, mais la vitesse de pourtour peut être portée à 0,300, soit environ trois fois celle ordinairement admise.

On cite qu'avec un foret hélicoïdal de 12 millimètres de diamètre « marque Novo », la vitesse de pénétration était de 6 millimètres par seconde dans une fonte serrée, que cette vitesse a été portée à 10 millimètres par seconde dans un essai à outrance.

L'avance par tour ni le nombre de tours par minute n'étant pas indiqués,

on ne peut considérer que le volume enlevé par seconde, soit pour la pénétration de 10 millimètres, un volume :

$$\frac{\pi d^2}{4} a = \frac{3,14 \times 12^2}{4} \times 10 = 1120 \text{ mm}^3$$

si on admet :

$$\tau'_1 = 0,25 \text{ kgm.}$$

l'énergie de coupe serait :

$$\tau_u = 1120 \times 0,25 = 280 \text{ kgm.}$$

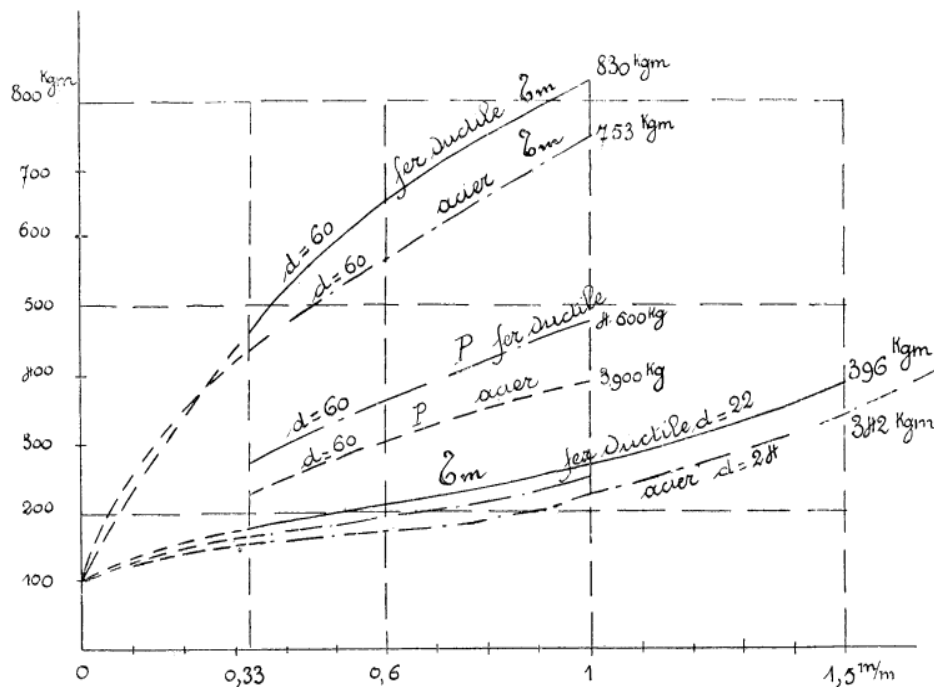


Fig. 1612. — Forage à outrance de fer et d'acier avec forets divers.

Le rendement de la foreuse étant supposé de 0,80

l'énergie :

$$\tau_m = \frac{280}{0,80} = 350 \text{ kgm.} = 3,5 \text{ poncelets.}$$

Avec un foret de 25 millimètres de diamètre dans de l'acier doux, la vitesse de pénétration a été de 3 millimètres par seconde, soit pour $\tau'_1 = 0,40 \text{ kgm.}$

$$\tau_u = \frac{3,14 \times 25^2}{4} \times 3 \times 0,40 = 528 \text{ kgm.}$$

Le rendement étant encore de 0,80.

$$\tau_m = \frac{528}{8,00} = 660 \text{ kgm.} = 6,6 \text{ poncelets.}$$

Un foret de 19 millimètres, dans de la fonte et tournant à raison de 360 tours par minute sous avance de $0^{\text{mm}},4$, pénètre de 150 millimètres par minute, enlève un volume par seconde de 706^{mm^3} . L'énergie nette par seconde pour $T_1' = 0,24$ kgm. est de 176 kgm. La vitesse de pourtour était de 358 millimètres.

Les essais de forage à outrance font ressortir que l'on peut obtenir des forets un travail de beaucoup supérieur à celui qu'ils produisent couramment. Mais il faudrait renforcer les foreuses dans une grande mesure, ou les déclasser en augmentant les vitesses de rotation et les avances. Cette transformation des foreuses s'impose plus particulièrement pour le forage des trous ne nécessitant pas de précision.

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Sur l'indigo. — Mesure de la plasticité des argiles. — Verrerie pour analyses. — Divergences sur les points d'ébullition de substances d'un usage fréquent : ammoniaque, méthylamine, chlorure de méthyle, anhydride sulfureux. — Recherche du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore industriel, par M. Léo Vignon. — Dosage des matières grasses dans l'eau des condenseurs. — Emploi des composés arsenicaux comme insecticides. — Sur la conservation du lait. — Sur l'adrénaline. — Sur le vieillissement des vins et liqueurs. — Diverses : indications bibliographiques de travaux sur l'origine de la couleur, sur l'industrie du mica, sur le diamant, sur les papiers de luxe.

SUR L'INDIGO

M. William Popplewell Bloxam, a exposé à la Société Chimique de Londres, l'état actuel de nos connaissances sur la chimie de l'indigo. Ses recherches ont été faites à la Dalsingh Seraï research Station, sous les auspices du gouvernement du Bengale, au courant des années 1903 et 1904, et elles viennent de faire l'objet d'une publication officielle à Calcutta. On sait toute l'importance que présente pour le Bengale la culture de l'indigo et les efforts que son Gouvernement fait pour améliorer cette culture, et l'extraction de l'indigo, afin de lui permettre de lutter contre le succès de l'indigo artificiel, et afin de l'empêcher de disparaître, comme ce fut le cas pour la garance vis-à-vis de l'alizarine artificielle.

La publication officielle donne une esquisse, tant scientifique qu'industrielle et commerciale, des difficultés contre lesquelles l'industrie de l'indigo naturel lutte à ce jourd'hui, ainsi que des moyens qui peuvent permettre de lutter contre ces difficultés. Le mémoire présenté à la Société Chimique de Londres se borne à exposer le côté chimique de la question.

C'est à tort que l'on considérerait comme de l'indigotine pure les différents précipités bleus que l'on peut obtenir des extraits aqueux de l'indigotier. Ces précipités, qu'on les obtienne par simple oxydation à l'air en présence de l'ammoniaque, par précipitation au moyen de réactifs chimiques, sont tous très chargés d'autres constituants, et il est fort difficile d'en obtenir l'indigotine pure, parce que celle-ci donne avec les autres matières une série de laques, dont les solvants n'extraient l'indigotine pure que très difficilement. C'est la cause des divergences si nombreuses entre les indications données sur les rendements et la nature des produits aux différents stades de la fabrication. En tous cas, les recherches antérieures sont parties ou d'une précipitation, avec séchage puis pesage, et le précipité pesé sec a été pris comme indigotine pure, ou d'une sulfonation de la matière brute, suivie d'une analyse par l'une des méthodes courantes. M. Bloxam a trouvé que même en ayant accès à la plante verte et fraîche, il n'était pas possible d'obtenir de l'indigotine pure par une précipitation par

voie humide; les autres précautions que les recherches ultérieures avaient indiquées devenaient donc illusoires.

Purification de l'indigo brut. — Les méthodes employées pour purifier l'indigo brut peuvent être réparties en quatre classes:

1° Traitement de l'indigo naturel brut, ou du produit synthétique, par une série de solvants;

2° Réduction en solution alcaline, réoxydation, séparation et purification:

3° Sublimation:

4° Emploi des dissolvants volatils.

A l'usage, les méthodes par voie humide 1°, 2° et 4° ont montré, ou que le produit obtenu n'est pas bien pur, ou que le rendement en produit pur absolument est si faible et la marche de l'opération si lente qu'il est pratiquement impossible d'avoir quelques grammes de la matière pure. En tout cas, il me semble pas que l'on ait fait des essais définitifs de la pureté du produit final, dit M. Bloxam, qui, lui, les a toujours exécutés par un dosage de l'azote au moyen du procédé de Kjeldahl. Les essais qu'il a faits pour obtenir un solvant, ou un mélange de solvants, capable de dissoudre l'indigotine seule, à l'exclusion des autres matières existantes ont duré plusieurs mois et n'ont pas abouti. En 1092, A. Binz et A. Kufferath (*Annalen*) ont étendu considérablement les connaissances que l'on avait sur les conditions de solution ou de formation des sels de l'indigotine; ils ont étudié le chlorhydrate, le bromhydrate, le chloroplatinate, le monosulfate et le disulfate. Ils ont montré que le monosulfate est facilement obtenu en beaux cristaux, et que c'est le sel à préparer pour obtenir de l'indigotine pure, au lieu d'avoir recours à des cristallisations ennuyeuses dans l'acide acétique glacial ou dans l'anhydride phtalique.

Préparation du monosulfate d'indigotine. — Binz et Kufferath ont établi que l'indigo, traité par un mélange de cinq volumes d'acide acétique glacial et un volume d'acide sulfurique concentré, ne subit pas la sulfonation, même au bain-d'eau. Bloxam l'a vérifié. Le fait se trouvait indiqué en germe dans le *Manual of dyeing* de Knecht, Ranson et Lowenthal, qui dit:

L'acide acétique glacial, renfermant quelques gouttes d'acide sulfurique, dissout l'indigotine avec une coloration bleu foncé, mais si on étend d'eau, il se reprécipite sans altération, G. Watt semble avoir noté cette observation dont l'origine remonterait à Crookes.

Les essais de M. Bloxam ont porté sur un échantillon de l'indigo pur de la B.A.S.F., que la brochure de 1900 indiquait comme étant à 98 p. 100 d'indigotine, et sur un échantillon d'indigo acheté en Allemagne et marqué indigotine à 100 pour 100. La moyenne de quatre essais a donné pour l'indigo pur B.A.S.F., $N = 9,89$, ce qui correspond à 91,88 p. 100 d'indigotine, et pour l'indigotine à 100 p. 100, $N = 9,71$, ce qui correspond à 90,83 d'indigotine.

Avec ces deux échantillons, M. Bloxam prépara le monosulfate d'indigo, en prenant toutes les précautions indiquées par Binz et Kufferath, au moyen du mélange acide acétique + acide sulfurique. Il est évident que pour être réellement efficace à séparer l'indigotine de ses impuretés, l'emploi de ce mélange doit répondre aux deux conditions suivantes: l'indigo brut doit donner un résidu de poids constant, lorsqu'il est soumis plusieurs fois à l'action dissolvante de ce mélange, à la filtration et à l'hydro-

(1) $N = 10,68$ p. 100 de l'indigotine pure.

lyse; et ce résidu doit donner 10,68 p. 100 de N, c'est-à-dire la proportion correspondant à l'indigotine pure. Quatre nouveaux essais, réalisés par M. Bloxam sur ses deux échantillons, lui montrèrent que la première condition était remplie dans tous les cas, et la seconde à peu près; il reste donc une faible impureté sans azote.

Matières colorantes rouges de l'indigo naturel. — La méthode Binz et Kufferath ne permettant donc pas de purifier l'indigo synthétique, et cet échec étant attribuable à la présence d'une matière colorante rouge analogue à l'indirubine de l'indigo naturel, il fallait essayer d'isoler ces matières colorantes rouges, et de déterminer leur nature et leurs propriétés.

Toutes les autorités sont d'accord que l'indirubine fait toujours partie de l'indigo naturel, Rawson donne des indications pour l'extraire, que M. Bloxam suit en remplaçant, après le traitement avec l'acide chlorhydrique, l'alcool ordinaire par de l'alcool méthylique absolu qui est un meilleur dissolvant de l'indirubine. Celle-ci, obtenue, par cristallisation de la solution méthylique, ne renferme pas d'azote. Elle est soluble dans les alcools méthylique, éthylique amylique, le chloroforme, le benzène, le toluène: elle est insoluble dans l'eau. Elle se dissout dans l'acide acétique sulfurique (5 : 1); elle s'en dépose, si on étend d'eau. Elle ne donne pas la réaction des tannins avec le chlorure ferrique. Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling. Elle donne la réaction de la fluorescéine, qui est caractéristique de l'anhydride phtalique, de l'anhydride succinique et des autres anhydrides des acides dicarboxyliques.

Les deux échantillons d'indigo synthétique ont fourni une matière colorante rouge qui réagissait exactement comme celle de l'indigo naturel.

Il semble donc évident qu'il existe une ou plusieurs matières colorantes rouges, aussi bien dans l'indigo synthétique que dans l'indigo naturel, et que cette matière n'est pas de l'indirubine, puisqu'elle ne renferme pas d'azote, et qu'elle est soluble comme l'indigotine pure dans le mélange acétique, sulfurique.

M. Bloxam recommande donc de commencer par dissoudre ce rouge dans l'alcool méthylique absolu, qui ne dissout pas l'indigotine pure, et d'appliquer la méthode Binz et Kufferath au résidu. Mais le procédé n'est assez rapide que si l'échantillon est riche, au-dessus de 90 p. 100; car si l'échantillon ne renferme que 70 p. 100 d'indigotine au moins, comme c'est le cas pour l'indigo naturel brut, il est nécessaire de recourir à une série prolongée d'extractions successives, qui rendent le procédé trop lent pour la préparation d'indigotine pure.

Quant à la méthode par sublimation, M. Bloxam n'est pas arrivé à obtenir l'indigotine en sublimant l'indigo brut à l'air libre; le sublimé renferme toujours du carbone et des produits de décomposition. Le dictionnaire de Watt dit bien que l'indigo à l'air libre se volatilise à 288° en donnant des vapeurs pourpre foncé; M. Bloxam n'a pas obtenu ces vapeurs même à 400°.

Mais en chauffant sous une pression inférieure, soit à 100 millimètres, on obtient l'indigotine pure en toute quantité voulue. C'est la méthode qui permet d'avoir, à partir de l'indigo brut, de l'indigotine pure rapidement et en quantité. Il semble possible de transporter le procédé dans la pratique industrielle.

M. Bloxam termine son intéressant mémoire par une étude critique du procédé de dosage au permanganate, procédé très rapide, mais qui donne des résultats si peu concordants par suite de l'impossibilité de déterminer nettement les points limites.

MESURE DE LA PLASTICITÉ DES ARGILES

M. Frank F. Grout (*Journal of the american chemical S.*) expose une méthode pour déterminer la plasticité des argiles, et les conclusions qu'il a tirées de ses recherches sur les causes de cette plasticité. Ces recherches ont été faites au laboratoire du West Virginia geological Survey. Il définit la plasticité : la propriété que l'eau développe dans une argile et qui permet de la mouler en formes qui restent inchangées lorsque la pression cesse. Parmi les hypothèses faites sur la cause de la plasticité, il étudie successivement la finesse, la forme du grain, la théorie colloïdale. Voici ses conclusions :

Le sable nuit à la plasticité, faiblement d'abord, les grains étant suspendus dans la masse plastique. C'est seulement quand les grains sont assez abondants pour venir en contact les uns avec les autres que l'effet est sérieux.

Quelques matières organiques colloïdales augmentent la plasticité, en rendant l'eau visqueuse.

La finesse tend à accroître la plasticité.

Les surfaces planes augmentent la tendance au glissement.

Et aussi celle à l'effet lubrifiant, les surfaces prenant plus facilement contact.

L'attraction moléculaire augmente doublement la plasticité, car la cohésion et la résistance augmentent, en même temps que la possibilité du glissement diminue.

La finesse augmente cette action, en exigeant plus d'eau. Les colloïdes ou cristalloïdes en solution peuvent augmenter cette attraction. Son effet sur la plasticité est plus considérable que celle des autres facteurs.

L'attraction moléculaire dépendant de la constitution chimique des molécules, est la cause principale du haut degré de plasticité trouvé dans l'argile. L'addition de certains colloïdes, comme le tannin, ou de certaines solutions comme l'ammoniaque, l'alun, peuvent augmenter la plasticité. Enfin l'exposition à l'air, par son action mécanique et l'addition possible de colloïdes par ses bactéries, peut conduire au même résultat.

VERRERIE POUR ANALYSES

M. Percy H. Walker, du Bureau of chemistry des États-Unis, a donné une nouvelle contribution à l'étude de la verrerie pour laboratoires d'analyses (*Journal of American chemical S.*, 1905). Tous les verres sont plus ou moins solubles dans l'eau et dans les réactifs, et leur fragilité au cours d'analyses est également variable. Les essais de M. P. H. Walker ont porté sur des flacons et des bechers, en verrerie de Bohême Kavalier, en verrerie de Weber, verrerie normale de Wiener, verrerie d'Iéna, verrerie Noursol, verrerie américaine, verrerie des V. Fabrikon für Laboratoriums bedarf, verrerie résistante F. Z. En général, les verres du commerce sont des borosilicates de zinc. Le verre normal de Wiener est le moins résistant aux réactifs, et ses propriétés le rapprochent des verres silicates doubles d'alcali et de chaux; les derniers sont habituellement en Amérique de fort pauvre qualité. Il y a si peu de différence entre les autres verres commerciaux, que le choix peut se réduire à une question de prix. Il est à désirer que les fabriques de verrerie de Bohême mettent sur leurs produits une marque bien distincte, comme le font les fabriques de verrerie de borosilicates.

DIVERGENCES SUR LES POINTS D'ÉBULLITION DE SUBSTANCES D'UN USAGE FRÉQUENT : ammoniac, méthylamine, chlorure de méthyle, anhydride sulfureux.

M. H. D. Gibbs, de la Stanford University, San Francisco, a relevé (*American Chemical Society*, 1903) les divergences qui existent sur les points d'ébullition de l'ammoniac, de la méthylamine, du chlorure de méthyle, de l'anhydride sulfureux, et a donné une nouvelle détermination de ces points d'ébullition. Nous récapitulons ces données dans le tableau suivant :

NH ₃ .	CH ₃ NH ₂	CH ₃ Cl	SO ₂
Guyton, 1799 — 48° 75	E. D'Andreef, 1859 — 8°	Regnault, 1863 — 23° 73	R. Bunsen, 1839 — 10° 5
R. Bunsen, 1839 — 33° 7	A. W. Hofmann, 1889 — 6° à — 5° 5	Berthelot — 21°	M. Faraday, 1845 — 10°
M. Faraday, 1844 — 40°	H. D. Gibbs, 1905 — 6° 7	C. Vincent, 1877 — 23°	Pierre, 1847 — 8°
A. Loir et Ch. Drion, 1860 — 35° 7		C. Vincent et Dalachanal, 1879 — 23° 7	Ch. Drion, 1839 — 8°
Regnault, 1860 — 32° 6		W. Travers, — 24°	E. D. Andreef, 1859 — 9° sous 754 mm.
R. Pictet, 1885 — 33°		H. D. Gibbs, 1905 — 24° 9	Regnault, 1868 — 10° 08
Blümcke, 1888 — 37°			Pierre, 1873 — 8°
W. Travers, 1901 — 38° 5			R. Pictet, 1877 — 10°
A. Joannis, 1892 — 38° 5			A. Blümcke, 1888 — 10°
Dickerson, 1902 — 33°			H. D. Gibbs, 1905 — 10° 09
H. D. Gibbs, 1903 — 33° 46			

RECHERCHE DU PHOSPHORE BLANC LIBRE DANS LE SULFURE
DE PHOSPHORE INDUSTRIEL

M. Léo Vignon, directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon, a donné sur le problème précédent une communication très intéressante à la Société Chimique de Paris.

Le sulfure de phosphore industriel est employé depuis quelques années par les manufactures nationales de l'État français à la place du phosphore blanc dans la fabrication des allumettes ordinaires s'enflammant partout. Depuis l'adoption de ce produit, la nécrose phosphorée semble avoir disparu des manufactures françaises. Mais pour que ce résultat s'obtienne d'une manière constante, il est essentiel que le sulfure de phosphore employé soit exempt de phosphore blanc libre.

Par suite, la recherche du phosphore blanc libre, dans le sulfure de phosphore industriel, constitue un problème analytique important pour l'hygiène des manufactures.

Voici les résultats obtenus par M. Léo Vignon. Les essais qualitatifs usuels n'ont pas permis de déceler le phosphore blanc libre dans le sesqui-sulfure examiné. La phosphorescence, au surplus, ne constitue pas un signe valable. Beaucoup de produits ne contenant pas de phosphore libre sont phosphorescents (sulfure de zinc, etc.).

La méthode de Mitscherlich n'est pas applicable. Il en est de même de la méthode des dissolvants. La méthode des points d'ébullition sous pression réduite peut donner quelques indications utiles. La méthode de l'hydrogène de Blondlot ne peut pas être employée avec certitude.

La méthode de Dalmon (*Journal de Chimie médicale*, 1870, p. 123), confirmée par Neubauer (*Zeit. anal. Ch.*, t. 10, p. 132), est basée sur l'action d'un courant d'hydrogène pur. Ce gaz, passant à travers une substance renfermant du phosphore blanc libre, se charge de phosphore.

Non enflammé, le gaz, examiné dans la chambre noire, présente une belle phosphorescence; il brûle avec une flamme verte en formant de l'acide phosphorique qui peut être condensé et caractérisé.

DOSAGE DES MATIÈRES GRASSES DANS L'EAU DES CONDENSEURS

MM. J. Macfarlane et J. Mears donnent le procédé suivant (*Chemical News*, 1905).

La détermination s'effectue sur 1 litre de l'eau de condensation, si la teneur en huile dépasse 0,005 grammes par litre; si l'eau est moins riche en huile, on opère sur 2 litres.

On fait usage d'une solution de chlorure ferrique, obtenue en dissolvant 10 grammes de fer dans 200 centimètres cubes d'acide chlorhydrique; on oxyde avec de l'acide nitrique et on fait 1 litre.

A 2 litres d'eau contenue dans une fiole de 2,5 litres, on ajoute 5 centimètres cubes de la solution de chlorure ferrique, et on chauffe doucement jusqu'à l'ébullition; on ajoute de l'ammoniaque en excès pour précipiter l'oxyde de fer qui entraîne avec lui la totalité de l'huile, et on laisse bouillir pendant deux minutes.

Après un repos de quelques minutes, on verse sur un filtre en papier de 15 centimètres épuisé au préalable par l'éther. On lave le précipité sur le filtre avec de l'eau chaude, à trois ou quatre reprises. On sèche le filtre et son contenu à l'étuve à 100°, après quoi on l'épuise dans un appareil de Soxhlet avec de l'éther. La solution étherée est évaporée dans un vase taré, et on pèse le résidu.

EMPLOI DES COMPOSÉS ARSENICAUX COMME INSECTICIDES

Les composés arsenicaux sont employés couramment comme insecticides aux États-Unis. Il faut éviter tout produit soluble qui brûlerait le feuillage; et colorer artificiellement les produits blancs, comme l'arséniate de plomb.

L'arséniate de cuivre, additionné de poids égal de chaux, l'arséniate de plomb, l'arséniate de chaux à 1 pour 4 000 d'eau dans le cas de traitement des pommiers, à 1 pour 2 000 d'eau dans le cas de traitement des pommes de terre, conviennent spécialement. M. H. Grosjean, Inspecteur général de l'agriculture, vient de rappeler dans une lettre au *Journal d'agriculture pratique*, qu'il a signalé dès 1881 le procédé de Riley au vent de Scheele et à l'arséniate de chaux. Les arséniates sont particulièrement utiles contre les silphes, doryphora, galérugues, altises, cassides, chématobies, hyponomes, chrysomèles.

SUR LA CONSERVATION DU LAIT

MM. H. C. Sherman, A. W. Hahn et A. J. Mettler ont présenté à l'American chemical Society un travail sur l'action exercée par plusieurs composés; fluorure de sodium, salicylate de sodium, acide borique et borax, eau oxygénée pour la conservation du lait. Ils ont comparé les proportions de lactose transformé en acide lactique, en présence de ces composés, au bout de quatre jours, de quatre semaines, de huit semaines, à une température de 20° à 25°.

Ils donnent les conclusions suivantes.

Le lait maintenu entre 20° et 25° sans préservatif, montre un accroissement rapide de l'acidité et une diminution du lactose pendant les trois ou six premiers jours, après quoi, la fermentation continue plus ou moins rapidement sans que la destruction du lactose ou la formation d'acide cessent même au bout de quatre semaines.

L'eau oxygénée, le fluorure, le salicylate de sodium, et un mélange à parties égales d'acide borique et de borax, diminuent notablement le développement de l'acidité dans le lait, à la dose d'un millième.

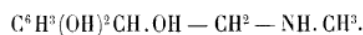
Tandis que la marche de la fermentation est irrégulière en présence de fluorure ou de salicylate, il n'en est plus de même en présence du préservatif au bore ou de l'eau oxygénée.

SUR L'ADRÉNALINE

On sait que l'adrénaline est le principe actif des glandes surrénales. M. T.-B. Aldrich, dont les travaux spéciaux sont classiques en cette matière, en a fait l'objet d'une communication au dernier meeting de l'American chemical Society (n° de 1905) M. H.-D. Dakin a également exposé ses travaux sur la question à la Royal Society de Londres (vol. 76 des *Proceedings*).

La communication de T.-B. Aldrich commence par une bibliographie très intéressante de la question, depuis les travaux d'Addison 1855, de Vulpian 1856 et 1857, en passant par ceux d'Arnold, de Holm, de Krukenberg 1883, qui le premier isola un principe, de Brunner, d'Olnier et Schafer 1894, qui montrèrent son action sur la circulation du sang, de Moore, de Frankel, de Mühlmann, d'Abel et Crawford, d'Abel qui le nomma épinéphrine 1899, de von Fürth qui étudia la suprarénine, jusqu'aux travaux de Takamine qui isola le premier l'adrénaline 1901, de T.-B. Aldrich qui l'isola la même année par une méthode différente, de Bates qui découvrit les propriétés hémostatiques de la solution étendue, de Dakin qui poursuit sa synthèse.

Qu'est donc ce corps dont les propriétés ont trouvé des applications si utiles dans une double direction? Puisqu'il donne, par fusion avec la potasse, du catéchol, il renferme donc un noyau benzène substitué en ortho. Puisqu'il donne par méthylation et oxydation subséquente de l'acide vératrique ou acide 3,4 diméthoxy-benzoïque, et qu'il donne les réactions des orthodiphénols, il renferme deux hydroxyles. Puisqu'il donne de la méthylamine par chauffage avec une solution alcaline, il renferme le groupement NH, CH^3 . Puisqu'il possède l'activité optique, il renferme un carbone asymétrique. Aldrich lui attribue la formule empirique $\text{C}^9\text{H}^{18}\text{O}^3\text{N}$. Comme formule de constitution, il penche vers l'une des deux proposées par Pauly :

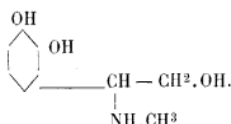


L'adrénaline contient, sans aucun doute, un complexe pyrocatechol, un atome de carbone asymétrique, trois hydroxyles, dont l'un est dans une chaîne latérale, et un groupe méthylimide $N.CH^3$.

On s'est efforcé d'arriver à la synthèse de ce composé si important, en partant du pyrocatechol. Dakin obtient, par la réduction du méthylaminoacétopyrocatechol, un corps dont les sels montrent toutes les réactions de l'adrénaline naturelle, et possèdent ses propriétés physiologiques merveilleuses. D'autres corps ont été préparés en solution par Aldrich, qui possèdent aussi ces propriétés, et doivent être très voisins, car ils répondent aux formules



c'est-à-dire qu'ils se rapprochent de la seconde formule de constitution proposée par Pauly pour l'adrénaline :



C'est en 1904 que Dakin a commencé ses recherches dans la voie synthétique. Une grande partie de mon travail, dit-il, a été anticipé par les chimistes des Farbwerke, Vormals Meister, Lucius und Brüning, de Hoechst, dont le brevet allemand 157 300 n'arriva que tardivement à ma connaissance. Dziergowski (*Journal de la Société chimique russe*) avait montré qu'en chauffant le catéchol avec le chlorure de chloracétyle, on obtient du chloracétylcatéchol. Il semblait probable qu'en traitant ce composé par la méthylamine, puis réduisant, on obtiendrait une substance qui aurait la formule de l'adrénaline : $C^6H^3(OH)^3 CH, OH, CH^2NHCH^3$. Ce fut en effet ce qui se produisit, et le corps synthétique possédait la plupart de ses propriétés caractéristiques, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physiologique, mais il était inactif au point de vue optique.

M. Dakin, dont les travaux ont été effectués à l'institut Lister, a essayé de trouver la relation qui existe entre l'action physiologique de l'adrénaline et sa constitution chimique. Divisant artificiellement la molécule de l'adrénaline en ses groupements constitutifs, il a trouvé que les injections de l'oxyéthylméthylamine ne produisent pas d'effet, tandis que celles faites avec le catéchol augmentent de beaucoup la tension artérielle. Il en est de même des injections de chloracétylcatéchol, surtout de celles de méthylaminoacétylcatéchol qui se rapproche davantage de l'adrénaline. L'acétylcatéchol est moins actif. Il semble que la cause de l'action physiologique est attribuable à la position en ortho l'un par rapport à l'autre des deux hydroxyles dans le groupement catéchol.

En remplaçant la méthylamine par la triméthylamine, le produit est encore plus actif que l'adrénaline.

M. Dakin conclut que, pour le moment, il semble que la présence d'un noyau catéchol est essentielle pour la production synthétique de corps possédant l'action physiologique de l'adrénaline; les H des deux hydroxyles de ce noyau doivent rester non sub-

stitués. La fixation d'un groupe méthyle, éthyle, à faible poids moléculaire sur l'azote, donne des produits plus actifs, que la fixation d'un groupe aromatique, puis viennent les dérivés de la pipéridine, de l'heptylamine et de la benzylamine. La réduction de bases cétoniques du type $C^6H^2(OH)^2.C.CH^2R.O$, où R est un groupe simple aliphatique, donne des produits entièrement actifs.

SUR LE VIEILLISSEMENT DES VINS ET DES LIQUEURS

La plus-value énorme que le temps apporte aux vins et aux spiritueux a provoqué de nombreuses recherches pour arriver par des procédés rapides au même résultat. M. Pozzi-Escot en a fait l'objet d'une communication au congrès de Liège de 1903. (*Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie.*)

Les modifications apportées par le temps dans la composition des vins, ont été étudiées longuement par Pasteur, Boussingault, Berthelot et Duclaux ainsi que par un grand nombre de savants qui ont marché dans la même voie.

Le vieillissement naturel des vins et des spiritueux est le résultat de trois actions chimiques concomitantes : l'oxydation de l'alcool qui se transforme en aldéhydes et acides, la formation d'éthers, résultant de la combinaison de l'alcool avec les acides contenus naturellement dans les liqueurs fermentées ou produits par l'oxydation lente de l'alcool ; enfin la formation d'acétals odorants par la combinaison des alcools et des aldéhydes. En dehors de ces trois actions, s'ajoutent dans le cas des boissons fermentées proprement dites : la précipitation du bitartrate et des matières colorantes ; dans le cas des eaux-de-vie, l'absorption de certains principes astringents par le bois des fûts.

L'oxygène étant la cause la plus importante du vieillissement, on s'est ingénié à découvrir des procédés d'oxydation, produisant un vieillissement anticipé. L'air, l'oxygène, l'ozone, l'eau oxygénée, l'eau ozonée ont été expérimentés successivement sans grand succès. La lumière solaire, la lumière électrique, le froid, la chaleur, le permanganate qui transforme en même temps le vin rouge en vin blanc, produisent une oxydation trop poussée, et la délicatesse du bouquet disparaît ; ou ces agents ne favorisent qu'une des causes du vieillissement naturel. Le froid, par exemple, proposé par Pictet (br. fr., 153.754), équivaut à un collage énergique et détermine le dépôt du tartre. La chaleur au contraire facilite l'éthérification, mais détermine un goût de cuit désagréable.

M. M. Malvezin propose un procédé de vieillissement artificiel, imitant fidèlement les processus naturels, et qui serait supérieur à tous les procédés antérieurs. Les appareils sont disposés pour traiter plusieurs centaines d'hectolitres par jour (br. fr., 1902).

Dans une première opération, le vin est chauffé à 100° en présence d'air comprimé dans un appareil qui n'est autre que le pasteurisateur à plaques parallèles de l'auteur, légèrement modifié par l'adjonction d'une pompe à air méthodique. Le vin, au sortir de cet appareil, passe dans un échangeur de température, en restant toujours en présence d'air comprimé dont il se sature. Cette première phase a pour but de provoquer l'oxydation, l'éthérification et les acétalisations. Dans une seconde phase, le vin est soumis à un refroidissement de quelques degrés au-dessous de zéro, traverse ensuite un filtre presse, d'où il sort limpide et vieilli de plusieurs années en quelques heures, sans avoir rien perdu de ses propriétés. Le vin ayant été pasteurisé se trouve à l'abri des maladies qui accompagnent si souvent le vieillissement naturel.

Ce procédé permet de réaliser, pour un vieillissement de trois ans, une économie de 300 francs par tonneau de 900 litres, tout en produisant sensiblement le même résultat.

Ce procédé a été également proposé pour le vieillissement des alcools, mais dans ce cas l'appareil William Saint-Martin donnerait de meilleurs résultats.

M. Pozzi-Escot termine en exposant le procédé qui lui est propre, c'est-à-dire celui dans lequel le vieillissement est produit par l'action oxydante de matières catalytiques.

Il consiste essentiellement à faire passer les liquides alcooliques sur la matière active en présence d'air, d'oxygène ou d'agents oxydants, tel que l'ozone ou l'eau oxygénée. Le liquide alcoolique ainsi oxygéné est dirigé ensuite dans un dispositif approprié dans lequel il est chauffé sous pression à une température convenable propre à déterminer l'éthérification et l'acétalisation.

Au sortir de l'éthérificateur, l'alcool est dirigé vers un serpentin réfrigérant de gros diamètre, de façon à provoquer une détente qui favorise la condensation.

La substance catalysante peut être constituée par toutes matières actives : en particulier la ponce, la ponce platinée, iridiée ou palladiée.

On connaissait déjà le mode d'agir de ces substances vis-à-vis des alcools. Les procédés de fabrication du formol à partir de l'alcool méthylique dus à *MM. Oscar Læw et Trillat* reposent sur cette action. *MM. Sabatier et Sauderens* ont également fait des recherches sur ce sujet.

On peut, jusqu'à un certain point, considérer comme des tentatives de vieillissement par ces procédés, ceux de *Minières* (br. fr., 71, 779) : adjonction de charbon de bois en morceaux dans les fûts d'eau-de-vie; d'*Aulxerre* (br. fr., 76, 984) : adjonction de vrillons de chêne; de *Crawford* (br. fr., 173, 127), addition de bois quelconque; de *Hosbrouck* (br. fr., 202, 999), emploi de fûts carbonisés à l'intérieur; de *M. Bichaut* (br. fr., 217, 241) qui utilise des copeaux; de *Sinibaldi* (br. fr., 267, 534) chauffage de l'alcool avec des copeaux.

Dans ces procédés intervenait sans doute une action catalytique inaperçue, bien que très lente, agissant sur le vieillissement.

DIVERSES : Indications bibliographiques de travaux sur l'origine de la couleur, sur l'industrie du mica, sur le diamant, sur les papiers de luxe.

En suite aux données relevées dans des notes antérieures, sur l'origine de la couleur, il faut citer un mémoire sur les dérivés du fluorène, de *Ida Smedley* (*Chemical Society*, 1903), et un mémoire de *H. E. Armstrong et W. Robertson* (*ibidem*), sur les relations entre les propriétés optiques et la structure.

Le mica et son industrie sont l'objet en ce moment d'une série d'articles de *M. George Westmore Colles* dans le *Journal of the Franklin Institute*. *Sir William Crookes* donne dans ses *Chemical News* le texte d'une lecture délivrée à Kimberley, sur les diamants. La genèse du diamant a fait le sujet d'un mémoire curieux de *G. F. Williams* de Kimberley, dans le vol. XXXV des *Transactions de l'American Institute of Mining Engineers*. *M. R. W. Sindall* a étudié dans le *Journal of the S. of chemical Industry*, la fabrication et l'encollage des papiers de luxe.

NOTES DE MÉCANIQUE

ROULEMENTS SUR BILLES (1)

Les roulements sur billes ont été, dans ces derniers temps, l'objet de nombreuses études théoriques et expérimentales (2) parmi lesquelles se distingue tout particulièrement celle publiée par M. C. Gegauß, dans le Bulletin de janvier dernier de la *Société industrielle de Mulhouse*, et dont nous croyons très intéressant de reproduire *in extenso* la partie principale.

Méthode d'expérimentation. — La méthode nouvelle d'expérimentation, pour déterminer la force absorbée par un palier, méthode que j'ai imaginée pour ce but, a ceci de particulier,

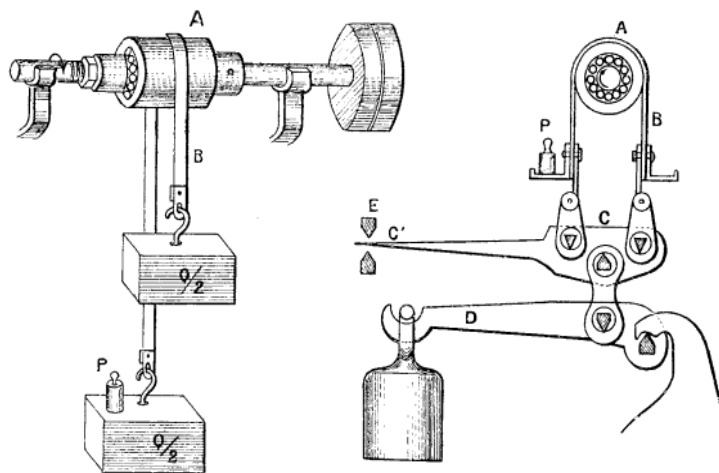


Fig. 0.

qu'elle donne *directement*, sans qu'il faille apporter aucune espèce de corrections, la *force motrice cherchée*, absorbée par le palier à billes.

Voici cette méthode :

Elle consiste à mesurer directement la tendance qu'a le palier à vouloir tourner avec

(1) *Bulletins* de décembre 1904, mars, août, novembre 1896, juin 1897, mai 1898 et 1899.

(2) Bourlet, *Génie civil*, 2 et 9 juillet 1898; Heerwgen, *Z. der deutsche Ingenieure* (V. D. I.), 30 novembre 1901; Lecornu, *Revue de mécanique*, et mai 1904; Perl, *Dinglers Polytechnisches*, 2 février 1901; Schwinning, *Revue de mécanique*, avril 1901; Stribeck, *Revue de mécanique*, avril 1901 et V. D. I. 6, 20 et 27 septembre 1902; Studte, *Dinglers*, 48 et 25 juillet 1902; Golden, *Engineering News*, 5 février 1903.

l'arbre, c'est-à-dire à mesurer le *moment de rotation* qu'il faut appliquer au palier rendu libre pour l'empêcher de tourner avec l'arbre.

En effet, en vertu du principe que toute réaction est égale et contraire à l'action qui la provoque, le palier, en absorbant de la force, c'est-à-dire en exerçant contre l'arbre qui tourne à son intérieur une *résistance* dont il sert de *point d'appui*, se trouve, évidemment, soumis à un effort égal et contraire, *tendant à l'entraîner* avec le mouvement de l'arbre. Donc, le moment de résistance cherché, c'est-à-dire éprouvé par l'arbre par suite de la présence du palier, sera mesuré par le moment de rotation qu'il faudra appliquer au palier, rendu libre, pour l'empêcher de tourner avec l'arbre.

Il suffira donc d'employer, comme palier à billes, une simple *poulie folle*, montée sur billes, et de la placer sur l'arbre qui tourne.

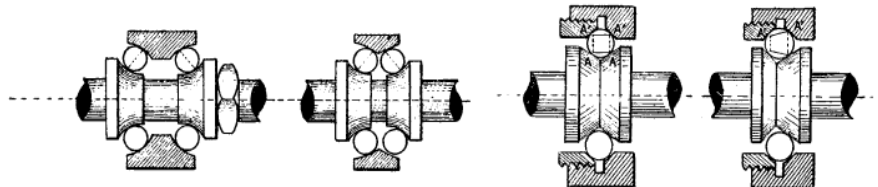


Fig. 1 et 1'.

Fig. 2 et 2'.

Cette poulie contiendra donc de chaque côté, à son intérieur, une rangée circulaire de billes, lesquelles, d'autre part, rouleront dans les rainures circulaires portées par l'arbre.

On voit sur la figure 0 la poulie folle A marchant sur billes. Pour étudier l'effet d'une

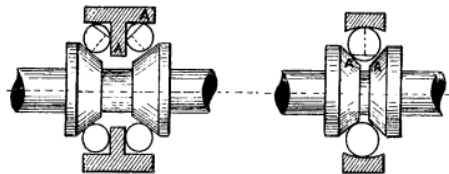


Fig. 3.

Fig. 4.

charge sur le palier on placera, sur la poulie folle (formant palier), une *corde* très flexible, ou mieux encore un *ruban d'acier* flexible B, c'est-à-dire extrêmement mince (mince comme un ruban de papier fin), et l'on y accrochera aux extrémités libres *deux poids égaux*, qui formeront alors la *charge* sur le palier. Par exemple, veut-on étudier l'effet d'une charge de 50 kilos sur le palier, on accrochera à chaque extrémité du ruban un poids de 25 kilos. Il est évident que, par la rotation de l'arbre, la poulie folle, ainsi chargée, *voudra tourner* avec l'arbre, de sorte que l'un des poids voudra *monter* et l'autre *descendre*.

Mais on empêchera cette rotation de la poulie folle en plaçant une petite *surcharge P* sur celui des poids qui veut monter.

En tâtonnant un peu, on obtient vite ainsi la surcharge *P* capable de maintenir le système en équilibre, c'est-à-dire les deux poids suspendus librement dans l'air, la poulie folle immobilisée.

La force cherchée, consommée par le palier, dans les conditions de charge de 50 kilos, sera donc mesurée par le *moment de rotation antagoniste P R*, dû à la petite surcharge *P*, agissant sur le rayon extérieur *R* de la poulie folle, c'est-à-dire, en d'autres termes, que le *travail*, consommé par *chaque tour* d'arbre, sera exprimé par le produit $2\pi R P$ (car $2\pi R$ serait le chemin parcouru par la force *P* pour chaque tour d'arbre, si la poulie tournait avec l'arbre).

C'est, d'ailleurs, ici le même calcul que pour les essais de force motrice sur les moteurs, faits avec le frein de Prony, que tout le monde connaît.

Toutefois, pour être à l'abri de toute critique, il est indispensable de toujours faire

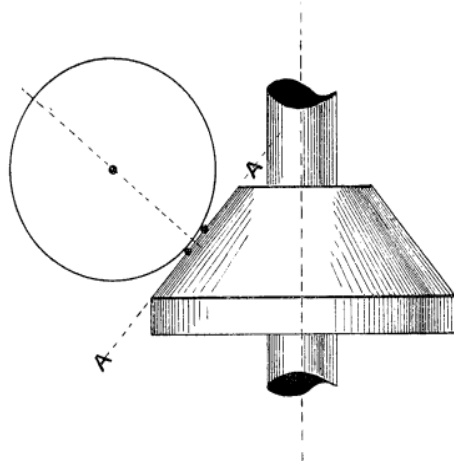


Fig. 5.

l'essai dans les deux sens, c'est-à-dire d'abord en un sens de rotation d'arbre, ensuite, de

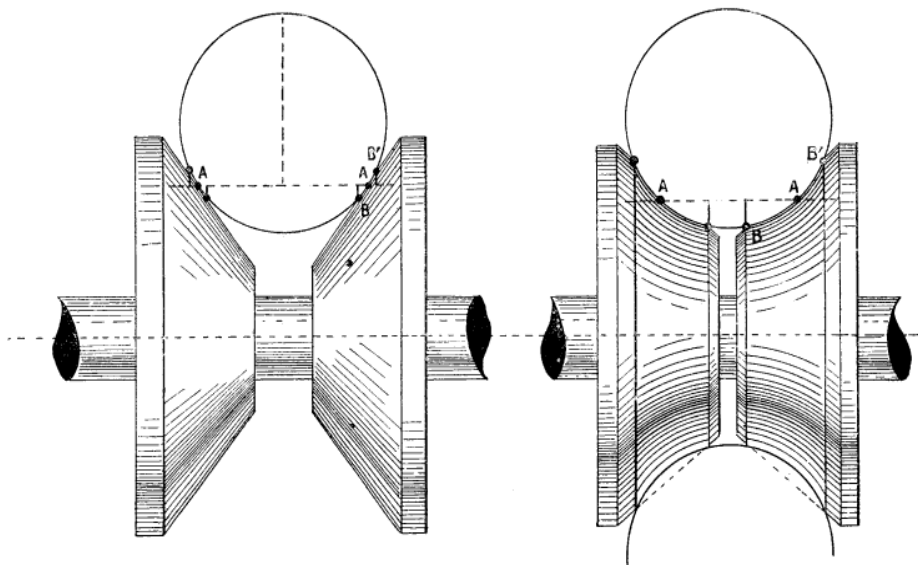


Fig. 6.

Fig. 61.

renverser le sens de rotation, ce qui obligera à mettre la surcharge P sur le poids opposé.

En général, on ne trouvera pas toujours dans les deux sens de rotation la même surcharge

P , mais la moyenne arithmétique des deux charges P sera la vraie valeur à admettre comme étant la vérité.

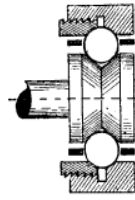


Fig. 7.

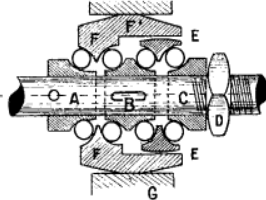


Fig. 8.

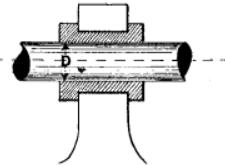


Fig. 9.

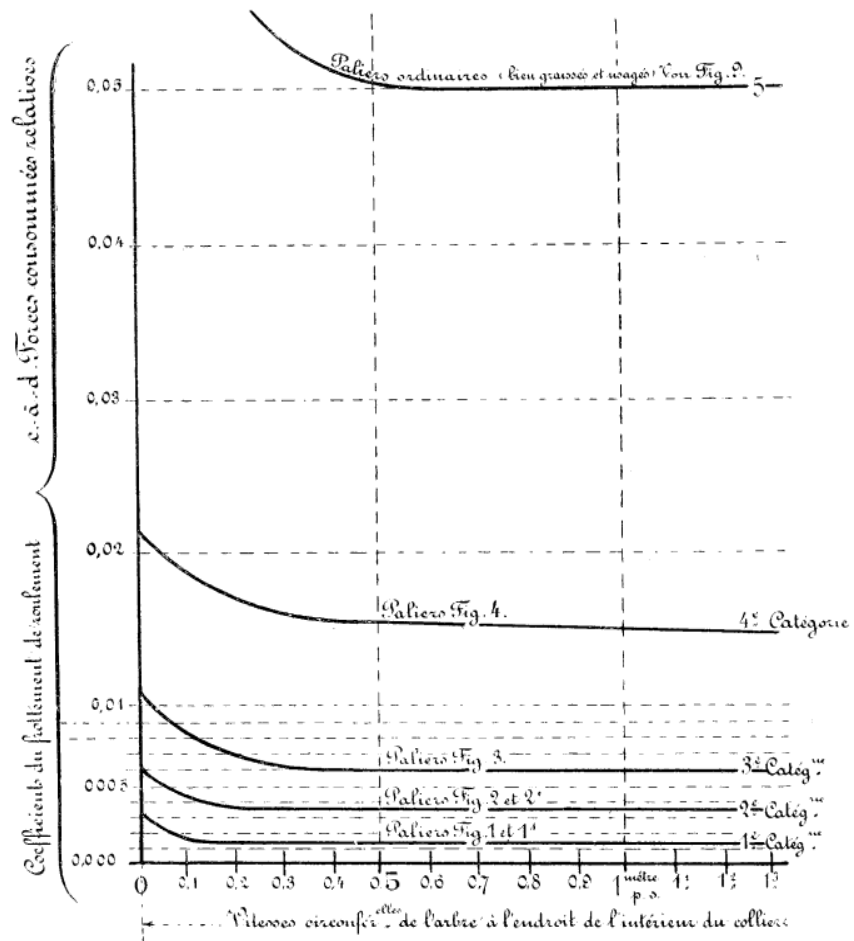


Fig. 10.

Pour l'étude des très grandes charges, par exemple, de charges de 200 kilos, les poids énormes de 100 kilos à chaque ruban, qu'il faudrait accrocher, deviendraient très encombrants et pénibles à manier; aussi, ai-je, en réalité, pour des charges un peu fortes, remplacé les poids libres par une pression donnée au moyen d'un levier *D* (fig. 0¹), lequel amplifie dix fois le poids que l'on y accroche.

Afin que les tensions que reçoivent de la sorte les deux brins du ruban, soient *bien égales entre elles*, la répartition est faite par un levier à trois couteaux *C*, formant *fléau de balance* (c'est-à-dire ayant ses trois arêtes situées sur une même droite et à des mêmes distances).

On détermine donc, comme avant, la surcharge *P* à mettre sur l'un des côtés, pour maintenir le fléau de balance en équilibre, sans qu'il touche aux buteurs *E*, entre lesquels peut osciller librement son extrémité *C*¹ se terminant en aiguille.

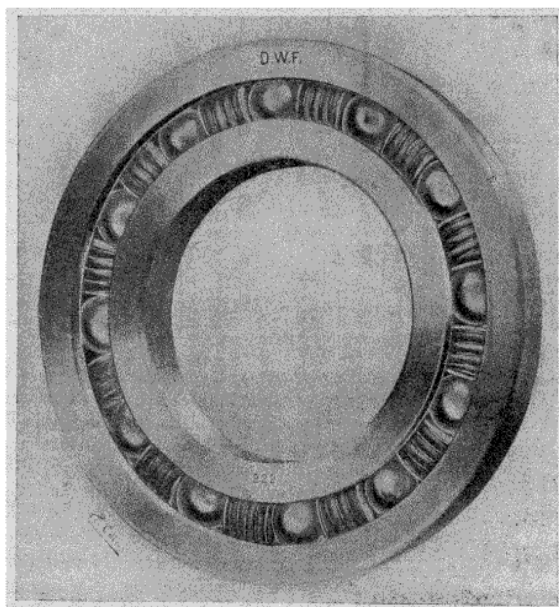


Fig. 12. — Roulement DWF.

D'ailleurs, l'expérience étant toujours faite dans les *deux* sens de rotation successifs, donnera toujours, comme moyenne arithmétique des deux valeurs *P* de la surcharge trouvée, le résultat *cherché* d'accord avec la vérité rigoureuse.

J'ai donc pu, de cette manière, en variant d'abord les *charges*, ensuite, en variant, pour une *même* charge les *vitesse*s, et enfin, en refaisant ces séries d'essais en employant chaque fois *d'autres formes de rainures*, mais avec de *mêmes* billes, et, enfin, en variant dans ces séries d'essais le *diamètre des billes*, j'ai pu, dis-je, élaborer ainsi l'influence séparée de chacun de ces facteurs, ce qui m'a permis enfin d'en formuler les lois dans leur ensemble.

Ce sont ces résultats, Messieurs, et ces lois qui en découlent, que j'aurai maintenant l'honneur de vous exposer.

Je commencerai, d'abord, par classer les roulements à billes en quatre grandes catégories principales. — Ce classement est motivé, comme on verra, par la *manière* même de travailler des billes, qui est *toute différente* dans *chacune* de ces quatre catégories, ainsi que la *force consommée*.

Première catégorie de roulements. — La première catégorie est celle où chacune des billes ne porte qu'en deux points. Ces deux points sont alors toujours diamétralement opposés l'un à l'autre. (fig. 1 et 1'.)

C'est cette première catégorie qui donne les meilleurs résultats, c'est-à-dire qui consomme le moins de force. Les paliers de cette catégorie ne consomment, en effet, qu'environ la 50^e partie de force de celle des meilleurs paliers à glissement. C'est-à-dire qu'ils ne consomment pas plus de force que si, dans un palier ordinaire (à glissement) le coefficient de frottement tombait jusqu'à 1,5 p. 1000 (tandis que dans les meilleurs paliers ordinaires à glissement il est d'environ 50 p. 1000, c'est-à-dire 3 p. 100).

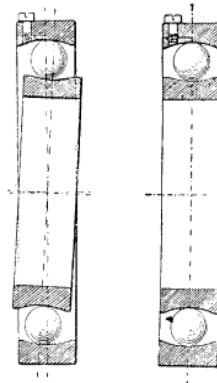


Fig. 13 et 14. — Dans les roulements où l'espace compris entre les deux bagues d'acier est rempli complètement par les billes, de sorte qu'elles se touchent les unes les autres, comme les billes ne doivent pas être serrées entre les deux bagues, mais avoir un peu de jeu, la bague intérieure a aussi toujours un peu de jeu par rapport à la bague extérieure. Si une flexion d'arbre vient à se produire, si un choc latéral ou une secousse axiale quelconque se font sentir, la bague intérieure ne se trouvant plus dans le même plan que la bague extérieure (fig. 13), les billes qui travaillent sur le chemin initial de roulement ont une vitesse plus réduite que celles travaillant sur les autres parties de la surface courbe du chemin de roulement, en raison des différences de rayons. Ceci tend à faire monter les billes les unes sur les autres et, finalement, les détériore. Le coincement des billes qui se produit dans les roulements uniquement garnis de billes agit à la façon d'un frein, les fait glisser et transforme le frottement de roulement en frottement de glissement, entraînant une perte considérable de force. Les roulements *DWF* suppriment ces inconvénients parce que tout l'espace situé entre les bagues n'est pas rempli de billes, mais seulement 60 p. 100 de cet espace, l'autre partie étant constituée par des intercalaires élastiques placées de façon qu'une bille soit entre deux pièces élastiques. Les irrégularités de fonctionnement signalées ci-dessus sont, dans les roulements *DWF* compensés par ces pièces et les billes, ainsi que les chemins de roulement, ne peuvent plus se détériorer aussi facilement.

Cette comparaison suppose toujours un diamètre d'arbre du palier ordinaire égal au diamètre intérieur du collier formé par les billes.

Le type de la figure 1 est préférable au type de la figure 1', quoique les deux appartiennent à la même première catégorie.

Dans la figure 1, les profils des deux rainures, intérieure et extérieure, forment une ligne *concave*, quoique d'un rayon de courbure plus grand que celui des billes elles-mêmes, afin de ne toucher qu'en un point et non en une ligne.

Grâce à cette concavité des deux profils de rainures, les billes sont suffisamment tenues dans le sens latéral pour ne pas risquer de se mettre en quinconce au lieu de rester les unes derrière les autres dans un même plan.

Dans la figure 1¹, il n'y a qu'une des rainures dont le profil soit concave, l'autre rainure étant à profil droit, ce qui a l'inconvénient de ne pas assez tenir les billes dans le sens latéral; celles-ci peuvent se mettre un peu en quinconce (quoique la marche soit assez bonne quand même).

L'usure susceptible de se produire avec le temps peut être rattrapée en rapprochant un

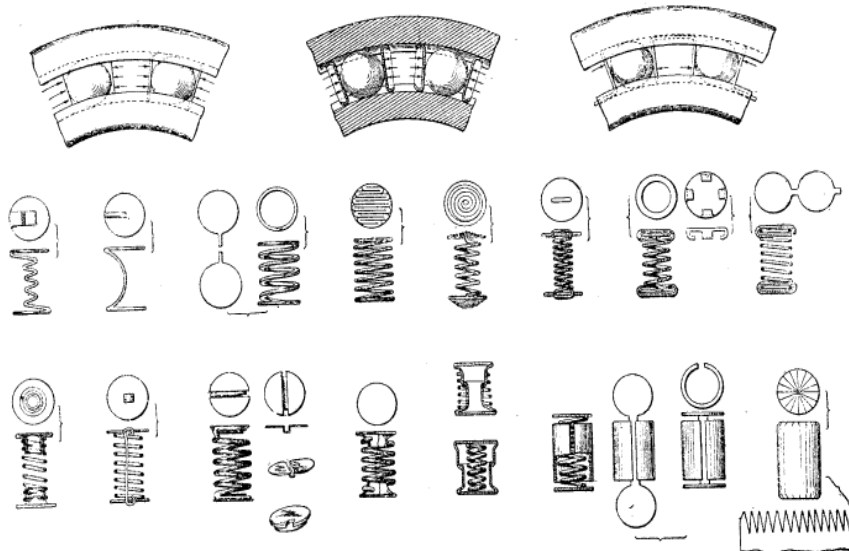


Fig. 13. — Roulement DWF. Types de ressorts et de rondelles.

peu les deux bagues coniques en fer trempé qui servent de rainures intérieures aux billes. C'est pour cela que souvent l'arbre est fileté et muni d'un écrou.

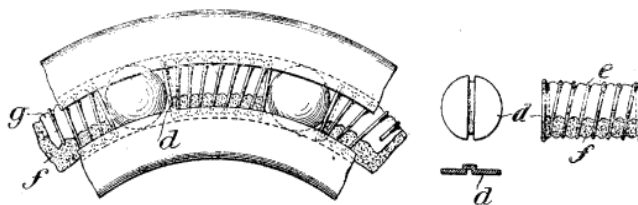


Fig. 16. — Roulement DWF avec tampons gras.

La distance entre les plans séparant les deux colliers de billes peut d'ailleurs être grande ou petite suivant les besoins de l'application, sans que le bon rendement en soit diminué.

Deuxième catégorie de roulements. — La deuxième catégorie de roulements à billes est celle représentée par les fig. 2 et 2¹.

Ici, chaque bille porte en *trois* points, c'est-à-dire s'appuie par 2 points contre une des rainures (l'extérieure ou l'intérieure, peu importe) et par le troisième point contre l'autre rainure.

Ici, déjà, nous avons un rendement beaucoup moins favorable que dans la première caté-

gorie. En effet, les paliers de cette deuxième catégorie consomment environ le *double* et quelquefois le *quadruple* de force de ceux de la première (suivant que l'angle de la rainure est plus ou moins aigu).

La raison en est, comme nous le verrons, que le roulement des billes n'est plus un roulement pur et simple, comme celui d'une roue de voiture contre le sol, c'est-à-dire comme celui des billes de la première catégorie de paliers; c'est au contraire un *roulement compliqué de glissement*, c'est-à-dire que *deux* des trois points de contact de la bille possèdent, *outre* le mouvement de roulement proprement dit, un mouvement *giratoire* autour de leur point de contact, comme celui d'une *toupie*, ou mieux, comme celui d'une bille de billard, laquelle,

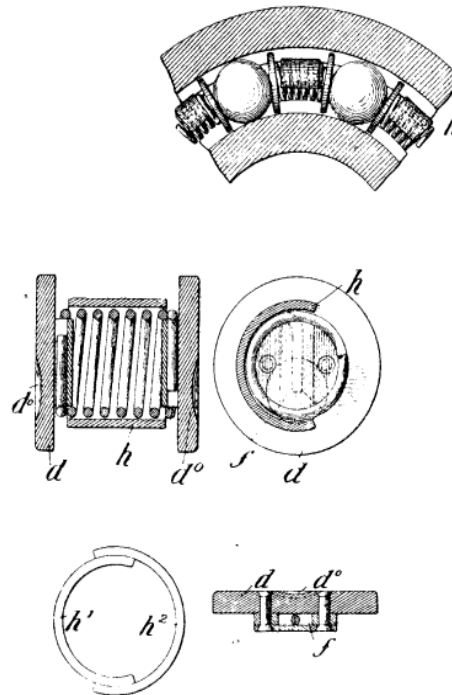


Fig. 17. — Roulement DWF avec ressorts armés.

selon qu'on la frappe en *dehors* du centre, prend un mouvement *giratoire* (de toupie) *tout en roulant en avant* quand même.

Analyse du roulement et glissement d'une bille. — Pour bien nous rendre compte de ce glissement et roulement *simultanés*, examinons la figure 6, qui représente à une échelle très agrandie une bille reposant en 2 points contre sa rainure extérieure.

Remarquons d'abord que le point de contact d'une bille pressée contre une surface, quelque dure même qu'elle puisse être, ne peut jamais être un *point* mathématique, mais sera au contraire toujours une *petite surface* (d'aplatissement) *BB*, plus ou moins grande suivant le degré de dureté des matériaux en contact.

Ceci étant posé, on voit sur la figure 6 les deux surfaces *BB* d'aplatissement (c'est-à-dire de contact de la bille avec la rainure conique dans laquelle elle roule).

Par le fait qu'elle *roule*, la bille *pivote*, en tout instant infiniment petit, *autour de la ligne*

droite AA joignant les deux points de contact, c'est-à-dire joignant les centres des deux parties aplaties de la bille.

Or, pendant le pivotement de la bille autour de son axe instantané AA de roulement, toutes les molécules ou particules de celle-ci décriront évidemment des petits arcs de cercle autour de cet axe AA .

Donc, les points extrêmes B et B' appartenant à la région aplatie du contact de la bille, décrivent aussi de pareils arcs de cercle; ces arcs seront d'ailleurs proportionnels à la distance de ces points à l'axe AA du pivotement. (On voit par exemple que le point B' de la

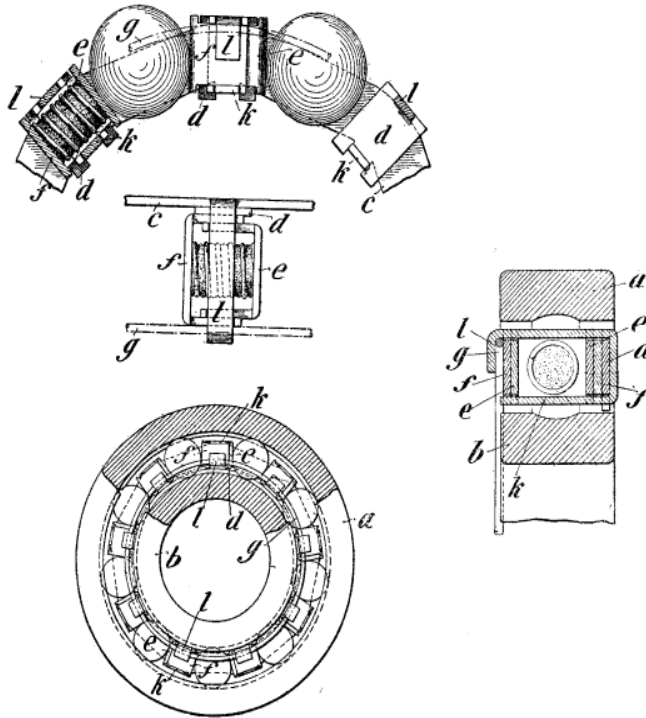


Fig. 18. — Roulement DWF à ressorts enfermés.

bille décrira un arc dirigé *en avant* du papier, tandis que le point opposé B , étant situé sous l'axe de pivotement, décrira un arc dirigé *en arrière* du papier.)

Il y a donc *glissement* de ces points BB' contre ceux appartenant à la rainure et se trouvant en contact avec eux. (Nous avons supposé la rainure immobile, c'est-à-dire la bille roulant dans la rainure, *maintenue fixe*, ce qui est permis, comme mouvement relatif.)

On voit d'ailleurs que ce glissement est le plus grand pour les points les plus éloignés du centre de la région aplatie de la boule, tandis qu'il devient nul pour les points situés très près du centre A , c'est-à-dire sur l'axe même du pivotement.

Ainsi donc, on voit qu'il y a ici, non pas *roulement pur* (sans aucun glissement) comme cela a lieu dans les roues de voiture, etc., mais bien *roulement et glissement simultanés*.

La figure 5 fait voir que, dans les paliers de la première catégorie, il n'y a que *roulement pur*, sans aucun glissement.

Donc, les paliers de la deuxième catégorie seront sujets à une *usure* bien plus grande que ceux de la première catégorie, et prendront absolument bien plus de force.

Au bout d'un temps plus ou moins long, surtout si la charge supportée par le palier est grande, cette usure ne tardera pas à *creuser* la rainure, c'est-à-dire que les billes, en usant la rainure, lui donneront exactement *leur propre forme*, ce que fait voir la figure 6¹.

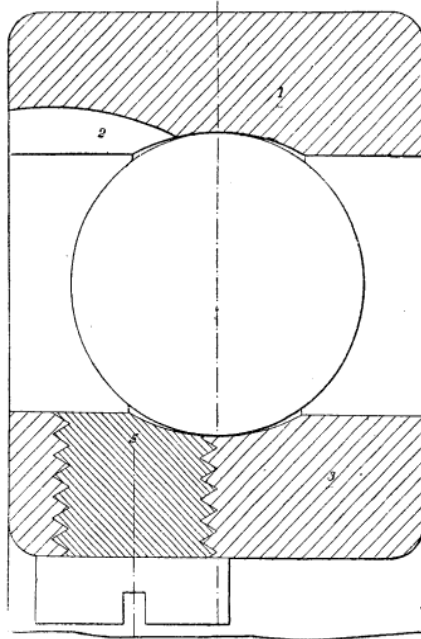


Fig. 19. — Roulement de la Société d'Ivry.

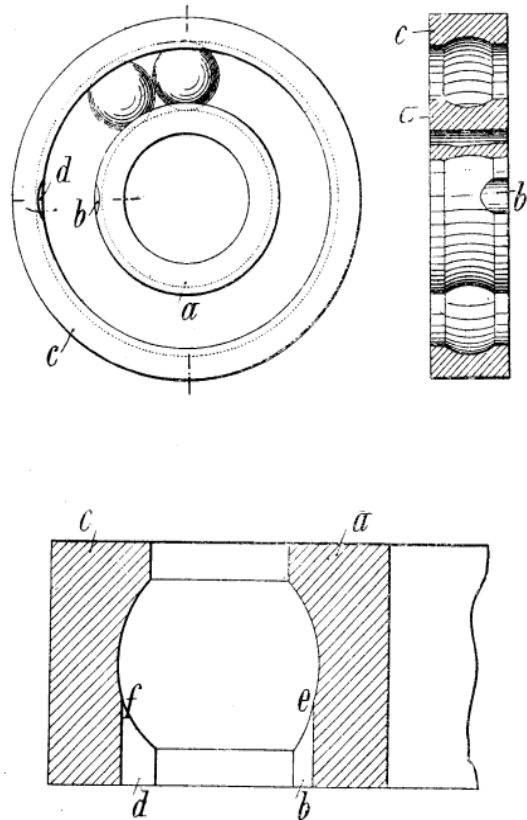


Fig. 20 et 21. — Roulement Malicet et Blin.

Effet de l'usure sur la force consommée. — On voit qu'alors la proportion de *glissement* deviendra énorme, puisque toute la ligne de contact BB' avec la rainure (excepté le centre A du contact) sera en état de *glissement*. (D'après le même raisonnement que j'ai déjà employé pour montrer qu'il y a glissement dans la deuxième catégorie de paliers.) (fig. 6.)

Donc alors la force consommée sera elle-même encore considérablement augmentée, de sorte que l'on peut dire qu'un pareil palier, *usé*, pourra prendre jusqu'au triple de la force prise par le même palier à l'état *neuf*.

Je parle d'ailleurs par expérience, ayant essayé un palier à billes de la deuxième catégorie, dans lequel j'avais laissé se faire *exprès* une certaine *usure* en ne trempant pas d'abord suffisamment *dur* l'anneau portant les rainures.

La force consommée par ce palier usé (après l'avoir ensuite bien trempé dur pour le remettre dans de bonnes conditions de marche) a été environ le *triple* de celle consommée d'abord par le même palier neuf *avant* que je n'eusse provoqué l'usure dont j'ai parlé.

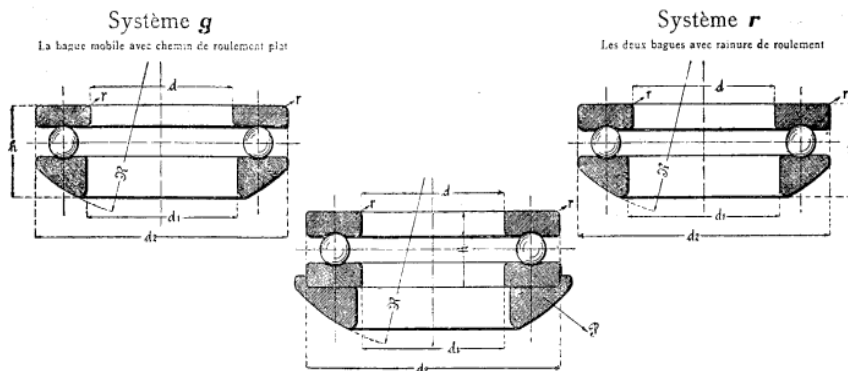


Fig. 22, 23 et 24. — Butées à billes *D W F* (Voir le tableau p. 1121).

Paliers de la troisième catégorie (fig. 3). — Dans cette troisième catégorie, chaque bille porte en quatre points *AA* et *A'A'*.

Mais ces quatre points sont disposés *symétriquement* sur la bille et, de plus, *travaillent symé-*

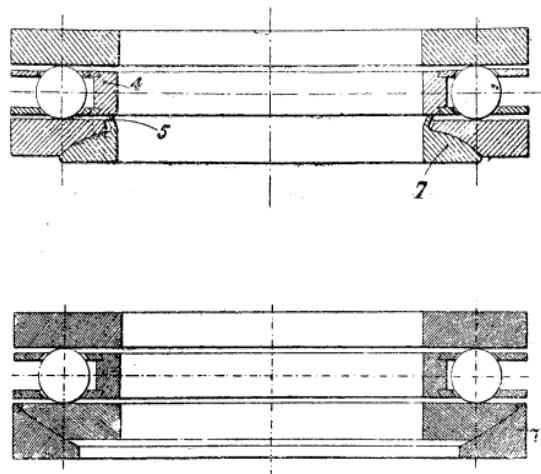


Fig. 25 et 26. — Butées à billes de la Société d'Ivry.

triquement, c'est-à-dire que les deux points *AA* en contact avec la rainure *intérieure* travaillent *identiquement*, ainsi que ceux *A'A'* en contact avec la rainure *extérieure*. (Ce qui veut dire que les deux flancs des cônes formant ensemble une rainure possèdent une même *inclinaison* avec l'axe de rotation.)

Cette troisième catégorie de paliers consomme, d'après mes essais, presque le *double* de force de celle de la précédente, c'est-à-dire quatre à huit fois plus de force que les paliers de la première catégorie, suivant l'angle formé par la rainure.

D'ailleurs, lorsque l'usure a légèrement creusé les rainures, la consommation peut atteindre facilement le *décuple* des paliers de la première catégorie, c'est-à-dire environ le *tiers* de celle absorbée par un palier ordinaire à glissement.

La raison de cette plus grande consommation de force est facile à prévoir, puisque ici le *roulement*, *compliqué de glissement* se produit non seulement à l'une des deux rainures (comme c'est le cas dans la deuxième catégorie), mais aux *deux* rainures : l'intérieure et l'extérieure, c'est-à-dire celle de l'arbre et celle *fixe*, appartenant au palier.

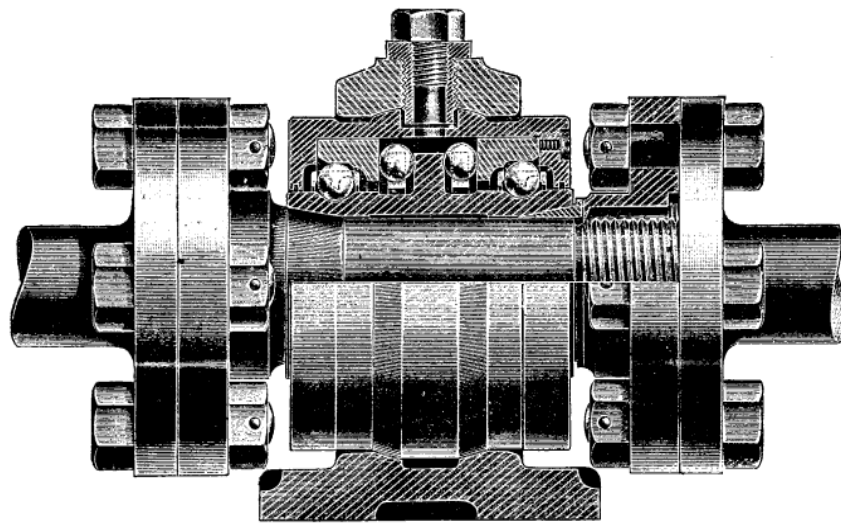


Fig. 27. — Palier Hofmann pour arbres d'hélices.

Il est donc naturel que la force consommée dépasse celle de la deuxième catégorie autant que cette dernière dépasse celle de la première catégorie.

Paliers de la quatrième catégorie. — Dans cette quatrième catégorie, chaque bille *porte* aussi en quatre points AA et A'A' comme dans la troisième catégorie, mais ces points ne sont *pas* disposés *symétriquement* sur la bille, ou au moins ne *travaillent pas deux à deux de façon égale* (Ce qui veut dire que les deux flancs des cônes formant ensemble une rainure ne sont pas inclinés *symétriquement* sur l'axe de rotation.)

Cette quatrième catégorie de paliers est celle qui consomme *le plus* de force, c'est donc la plus *mauvaise*. Ces paliers peuvent, suivant les inclinaisons dissemblables adoptées pour les rainures (ou pour une rainure), donner lieu à une consommation de force double, quadruple, même sextuple de celle des paliers de la troisième catégorie, c'est-à-dire que ces paliers ne présenteront alors plus guère d'avantage sur les paliers à glissement ordinaires.

La raison de cette grande consommation de force est facile à comprendre, si l'on considère la figure 4.

On verra, en effet, que le *roulement véritable* ne pourra se faire qu'en *trois* des points de contact de la bille, tandis que le quatrième point *devra glisser en plein*.

En effet, en réunissant par des lignes droites les quatre points de contact $AA A^1A^1$ de la bille, on obtiendra un *trapèze* et non un *rectangle*.

Les deux axes de pivotement de la bille (celui AA appartenant à l'arbre, et celui A^1A^1 appartenant à l'anneau extérieur) ne seront plus *parallèles*. Donc la bille, c'est-à-dire le trapèze, en pivotant autour de sa base AA (comme axe instantané de roulement), fera *décrire plus* de chemin à l'un des points A^1 qu'à l'autre, de sorte que l'un des deux contacts A^1 devra être en état de glissement complet.

Influence du diamètre des billes sur la force absorbée. — Mes essais sur l'influence du diamètre des billes sur la force consommée m'ont stupéfait, je l'avoue. Je pensais toujours auparavant

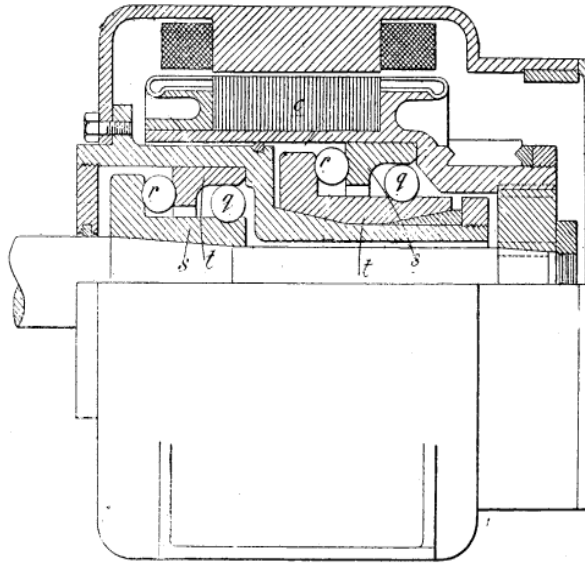


Fig. 28. — Palier Mair pour dynamo.

que *plus* on emploierait de gros diamètres, pour entourer un *même* arbre, *plus légèrement* celui-ci marcherait, c'est-à-dire que l'on devait avoir tout intérêt à employer des billes aussi grosses que possible afin de consommer le moins de force.

Eh bien, ce raisonnement n'était pas d'accord du tout avec les faits eux-mêmes. J'ai au contraire vu, par mes essais nombreux et variés sur cette question du diamètre des billes, que le *minimum* de force consommée, pour un arbre donné, était atteint avec un *certain diamètre* de billes, et que, passé ce diamètre, la force *augmentait* de nouveau, aussi bien d'ailleurs lorsque l'on *augmentait* le diamètre des billes, que lorsqu'on le *diminuait*.

Ce fait paraîtra paradoxal, mais il est absolument vérifié par mes essais.

J'ai donc, dis-je, trouvé que, pour atteindre le *minimum* de consommation de force, il *fallait* observer une *certaine proportion* entre le diamètre des billes et celui du collier, c'est-à-dire celui de l'arbre à entourer de billes.

Proportion la meilleure à adopter pour les billes. — Cette meilleure proportion est assez bien représentée empiriquement, en prenant toujours, comme diamètre de billes, la *septième partie* du diamètre intérieur du collier, et en y ajoutant 2 millimètres, comme constante.

Ainsi, pour entourer de billes un arbre de 30 millimètres de diamètre, il faudrait adopter des billes de $30/7 + 2^{m/m} = 6,3$ millimètres.

Ces billes de 6,3 millimètres consommeront le *minimum* de force. Donc, par exemple, si au lieu d'employer ces billes de $6^{m/m}$, on faisait usage de billes *plus grosses* (soit des billes dites 3/8 pouce = $9,5^{m/m}$), l'expérience m'a montré que la force consommée augmenterait déjà d'environ 20 p. 100.

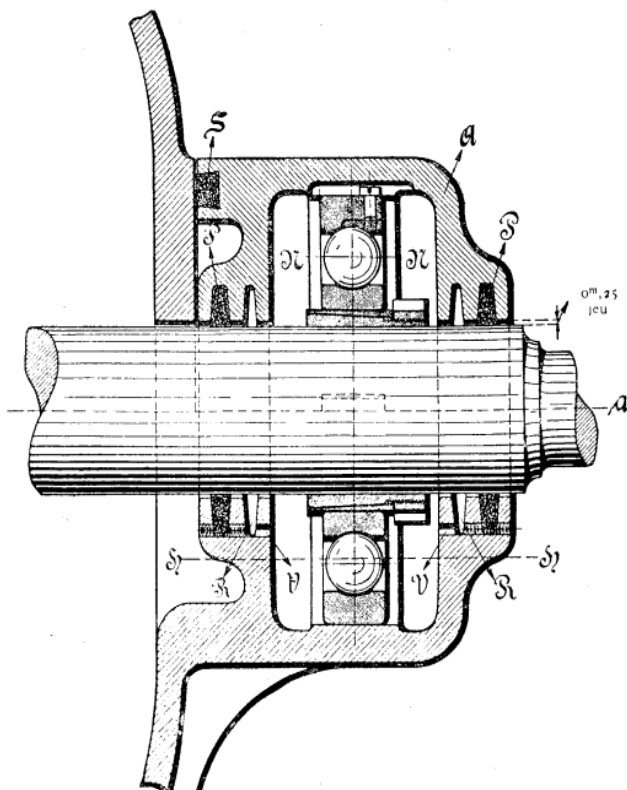


Fig. 29. — Palier DWF pour dynamos avec chambres à huile N rendues étanches par les garnitures en feutre gras P et S, séparées de l'huile par les cannelures R et les trous V.

La force aurait augmenté aussi bien, d'ailleurs, si l'on avait fait usage de billes *plus petites*, par exemple de billes à diamètre de $3/16$ pouce = $4,5^{m/m}$.

Je n'ai pas encore réussi à m'expliquer la raison de cette particularité. Il est vrai que si l'on augmente le *diamètre* des billes, on diminue nécessairement *leur nombre* et l'on augmente ainsi d'une part *la charge sur chaque bille*; d'autre part, le mouvement des billes deviendra moins uniforme pour différentes raisons qui seraient très longues à expliquer ici. Mais cette explication est bien imparfaite, aussi suis-je toujours très surpris du fait, quoiqu'il soit *hors de doute*, pour moi, à l'heure qu'il est.

Il est à remarquer que la proportion empirique que j'ai indiquée, pour le diamètre des billes, donne les meilleurs résultats non seulement aux paliers de la première catégorie, mais à ceux de toutes les quatre catégories.

Influence de la vitesse sur la force absorbée. — Mes essais entrepris dans cette direction

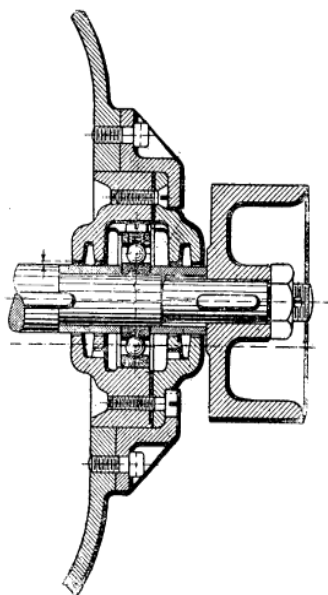


Fig. 30. — Palier DWF pour dynamo.

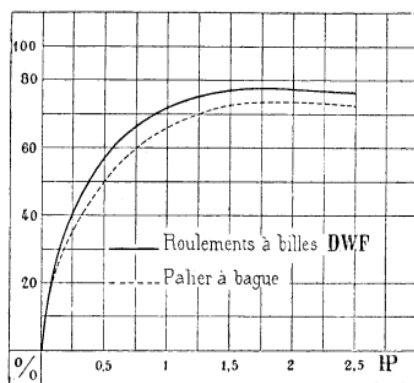


Fig. 31. — La perte par frottement représente environ $1/2$ p. 100 de la puissance de la machine, alors que, avec le graissage annulaire, la perte de frottement du palier est de : pour les dynamos jusqu'à 4 ch., environ 6 p. 100 pour les machines jusqu'à 5 ch. d'environ 4 p. 100 et pour les machines jusqu'à 10 ch., d'environ 3 p. 100. La figure 31 représente graphiquement l'influence qu'ont les paliers à billes sur le rendement des moteurs. Les deux courbes ont été relevées sur un moteur d'un cheval.

m'ont montré que, en analogie avec le frottement ordinaire, la résistance absorbée par les paliers à billes, au moment du *départ* ou *démarrage*, ou bien à de très faibles vitesses voisines

de zéro, est beaucoup plus grande, environ le *double* (et quelquefois le *triple*) de celle absorbée à des vitesses moyennes ou grandes.

On peut dire, qu'à partir et au-dessus d'environ $0^m,40$ par seconde (vitesse circonférentielle de l'arbre à l'endroit de l'intérieur du collier), la force absorbée *reste la même*, à toutes les vitesses jusqu'aux très grandes, c'est-à-dire jusqu'à 10 mètres par seconde et au delà.

Tandis qu'*au-dessous* de la vitesse de 40 cm. par seconde, la force ou résistance du palier augmente de plus en plus rapidement, jusqu'à atteindre enfin la valeur dite de *départ* ou de *démarrage*, lorsque la vitesse deviendra infiniment petite.

La fig. 10 montre les courbes ou diagrammes des forces absorbées pour les diverses vitesses, par les différents systèmes de paliers.

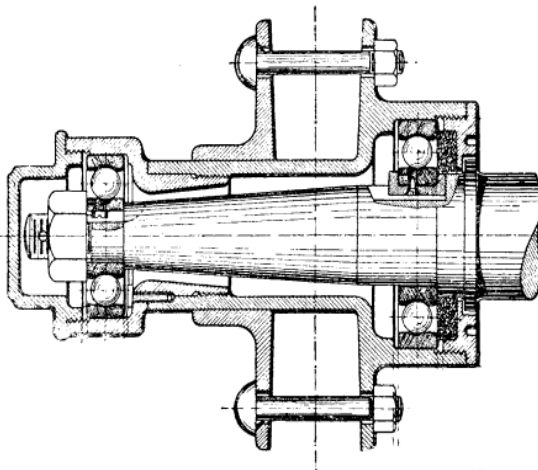


Fig. 32. — Roulement DWF pour essieu.

Les forces absorbées sont exprimées ici par la valeur que prendrait le *coefficient de frottement* d'un palier à glissement ordinaire, dont le diamètre serait égal à celui D de l'intérieur du collier formé par les billes (fig. 9) et qui consommerait la même force que le palier à billes considéré. La courbe supérieure montre la force absorbée par un palier ordinaire à plissement (fig. 9). Les courbes 1, 2, 3, 4, donnent les forces absorbées par les paliers de la première, deuxième, troisième et quatrième catégorie.

Cas spécial des très grandes vitesses sous faibles charges, par exemple des broches de métiers à filer ou d'anneaux de continus. — Dans ces cas, la force centrifuge des billes entre en ligne de compte, et joue même un rôle souvent prépondérant. En effet, chaque bille possède alors une grande force centrifuge qui l'applique énergiquement contre la rainure extérieure. Cette force, agissant comme une vraie *charge* sur les billes, peut donner lieu à un frottement assez grand. Avec un anneau de continus, j'ai constaté par exemple, qu'à 10000 tours par minute, la force absorbée, par tour d'anneau, était déjà le *double* de celle à 6000 tours par minute. A 14000 tours cette force devient le quadruple, et à 17000 tours elle atteint son *maximum*, qui est environ le *décuple*. A partir de cette vitesse, la force absorbée par tour d'anneau *n'augmente plus*, par la simple raison que les billes *refusent d'aller plus vite* : elles *préfèrent glisser*; c'est-à-dire que la force absorbée par le roulement atteint alors celle du glissement pur et simple, comme s'il n'y avait pas de billes.

L'anneau seul ira donc plus vite encore, mais les billes *ne le suivront plus* et conserveront la vitesse qu'elles ont eue à 17 000 tours d'anneau. L'anneau *glissera* alors contre les billes, de tout l'*excès* de sa vitesse sur celle des billes, et une *usure rapide* en sera la conséquence.

Conclusion. — L'avantage des roulements à billes finira donc par disparaître complètement, à ces énormes vitesses de rotation de 17 000 tours d'un anneau de continu.

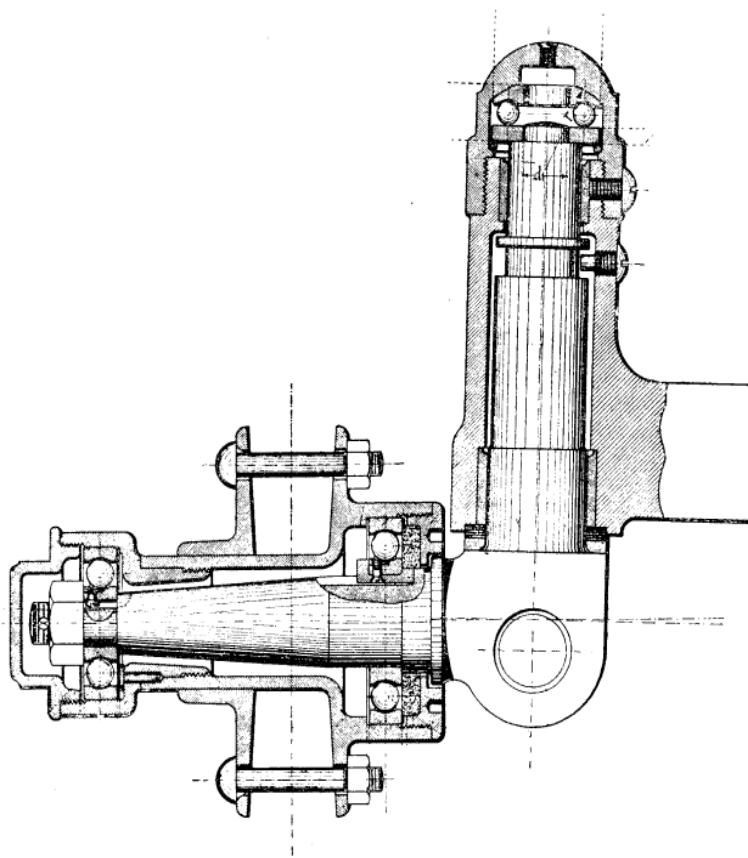


Fig. 33. — Roulement *DWF* pour gros essieux.

Disposition atténuant l'effet de la vitesse. — Il existe toutefois une disposition spéciale, ancienne d'ailleurs, permettant d'atténuer beaucoup l'effet pernicieux de la force centrifuge des billes, aux grandes vitesses usitées dans les anneaux de continu-à-filer. Elle consiste à réduire le nombre des billes en les espaçant entre elles.

A cet effet on n'emploie, par exemple, que 6 billes au lieu d'une vingtaine; et pour les maintenir également espacées entre elles, on les place dans un cerceau plat très léger *E* (fig. 7), portant 6 trous, dans chacun desquels est introduite une bille à frottement très doux.

Les 6 billes, en roulant, entraînent le cerceau léger qui repose sur elles et qui les maintient ainsi à leurs écartements respectifs.

De la sorte, l'effet de la force centrifuge des billes est *très diminué* (dans la même proportion que leur nombre).

D'après mes essais, j'ai vu qu'effectivement ce système donnait un avantage. Par exemple pour les vitesses de 10 000 tours d'anneau par minute, la force consommée avec ce système de 6 billes espacées n'était qu'environ la *moitié* de celle consommée lorsque l'on enlevait le cer-

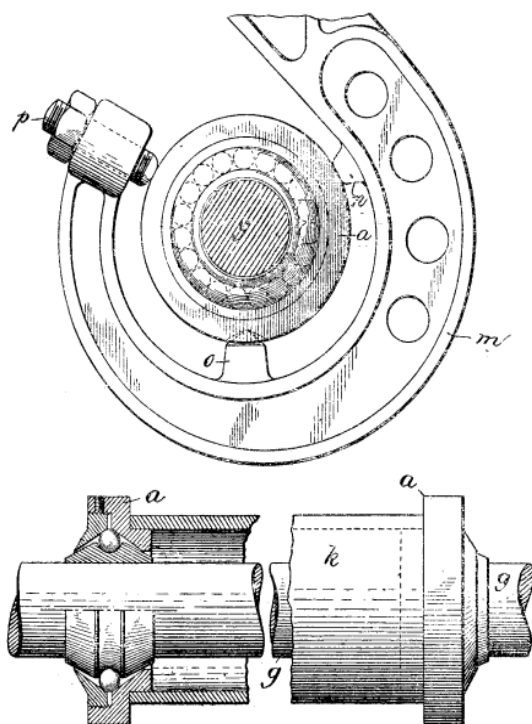


Fig. 34. — Palier Singer.

ceau séparateur et qu'on remplissait toute la rainure avec des billes placées les *unes derrière les autres*, ce qui en exigeait un nombre de 20.

Il est vrai que ce cerceau finit aussi par s'user un peu avec le temps, et qu'il donne lieu à un frottement qui n'est pas négligeable.

Influence de l'huile. — On a l'habitude (et avec raison d'ailleurs) de bien graisser les roulements à billes, et même de les faire marcher dans l'huile.

J'ai voulu vérifier si ce graissage *diminuait* la force absorbée par le palier, c'est-à-dire si un *même* palier chargé, marchant d'abord complètement *à sec* (sans aucune trace d'huile), absorbait plus de force que lorsque ensuite on le laissait marcher *dans l'huile* ?...

J'ai trouvé que *non*, c'est-à-dire que la force absorbée était sensiblement la même *avec* ou *sans* huile. Cela pourra paraître surprenant, peut-être, mais peut s'expliquer sans peine, si l'on considère que le *roulement pur* d'une bille se fait *sans* aucune espèce de *glissement* (du

moins dans les paliers de la première catégorie). Quant à ceux des deuxième et troisième catégories, il y a, il est vrai, *roulement et glissement combinés*; mais, comme les billes supportent des charges relativement *énormes* eu égard à la *petitesse* de la surface de contact avec leur appui, l'huile se trouve littéralement *expulsée* du contact ainsi chargé, et tout se passe comme s'il n'y avait aucun graissage à cet endroit.

On pourrait maintenant se demander à quoi servira l'emploi de l'huile, puisqu'il ne donne aucun avantage pour la force consommée?

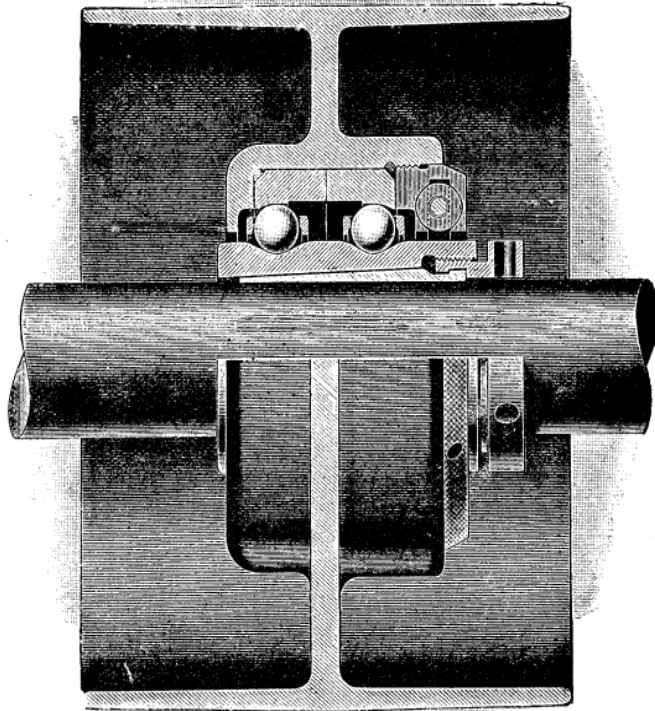


Fig. 33. — Roulement pour poulies folles *Hofmann*.

C'est à cause de l'*usure* due à la présence des *poussières* dures (ou sables fins) que l'huile s'impose, c'est-à-dire est *indispensable*.

Sans l'huile, c'est-à-dire si les billes marchaient *à sec*, ces poussières ne tarderaient pas à *s'incruster* dans les rainures des roulements et provoqueraient une rapide usure de celles-ci, tandis qu'avec l'huile, ces poussières forment une *pâte* très glissante (*cam bouis*) qui s'élimine d'elle-même en se disséminant dans la masse d'huile.

Influence du frottement des billes entre elles. — Le fait, que l'huile ne diminue pas la force absorbée permet de tirer une conclusion assez importante, à savoir : que le frottement des billes *entre elles* (à l'endroit où elles se touchent) n'est pas si grave que l'on a bien voulu le

prétendre quelquefois, et qu'il est, au contraire, *insignifiant* et n'augmente pas la force consommée.

En effet, si le frottement était considérable, la marche *à sec* (sans huile) aurait certainement consommé bien plus de force que la marche *avec huile* (ce qui cependant est démenti par mes essais).

Influence de l'absence d'une bille. — Je dirai également ici que, s'il manque *une* bille au collier, c'est-à-dire que, si, par exemple, l'on enlève *une* bille à un collier complet formé d'une vingtaine de billes, la force absorbée n'augmente que peu, soit d'environ 4 p. 100, bien que le bruit de *clapotement* des billes soit alors très accentué déjà.

Charge limite que l'on ne doit pas dépasser avec les billes. — Pour finir, il me reste encore à parler de la charge maximum qui ne devrait jamais être dépassée en pratique, sous peine

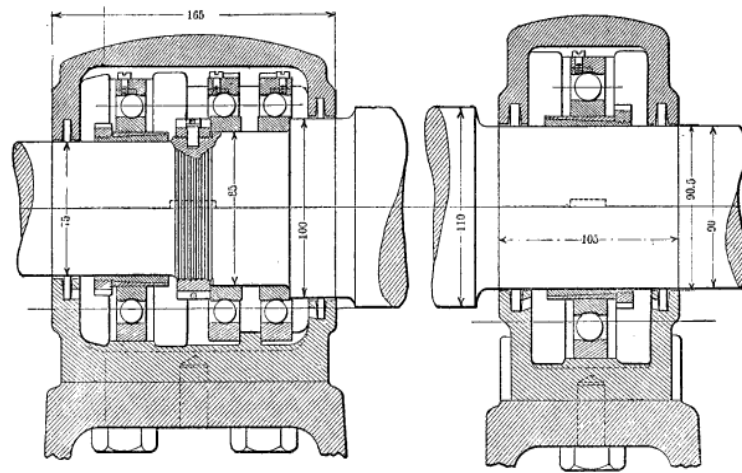


Fig. 36. — Palier Hess pour turbines à vapeur.

d'avoir une *usure rapide* des rainures et, par extension, du palier lui-même, et, d'autre part, de ne plus bénéficier du *minimum* de force consommée.

Il est certain que, *plus* la vitesse sera grande, *moins* on devra *charger* les billes (afin de ne pas accroître la rapidité de l'usure).

Mes essais là-dessus tendent à me faire croire que le *produit* de la *charge* (sur chaque *cm* de collier) *par la vitesse*, doit être considéré comme une quantité définissant assez bien la *rapidité* d'usure.

Ce produit ne devra donc jamais dépasser un certain chiffre. Ce chiffre est d'environ 20. Voici d'ailleurs la formule empirique que je propose comme limite de charge : (Charge par *cm*) (Vitesse + 0^m,5) = 20 (*).

La *charge sur chaque cm* de collier signifie le *quotient* de la *charge totale* sur un collier par le *diamètre* du collier en *cm*.

La *vitesse* est celle de l'arbre à l'intérieur du collier (exprimée en mètres par seconde).

Cette formule empirique peut ailleurs revêtir une forme plus commode pour les applications pratiques en y remplaçant la *vitesse* de l'arbre par son *nombre n de tours par minute de l'arbre*, et la *charge par centimètre* de collier par la *charge brute totale* qu'un collier de billes a à supporter.

C'est-à-dire en remplaçant V par sa valeur $\frac{n \pi D}{6000}$, D étant exprimé en cm. et ensuite la charge par cm $= \frac{\text{charge totale}}{D} = \frac{Q}{D}$

La formule, ainsi transformée, revêtira la forme suivante, très commode pour les applications :

$$\text{Charge } Q \text{ que peut supporter un collier de billes} = \frac{20}{\frac{\pi n}{6000} + \frac{0,5}{D}} \quad (2)$$

où n est le nombre de tours par minute de l'arbre du palier et D le diamètre intérieur du collier formé par les billes.

J'ai d'ailleurs dressé ci-après un tableau (calculé d'après la formule (2) et que je crois d'accord avec la réalité pratique).

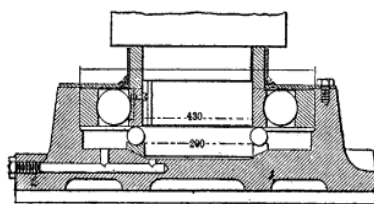


Fig. 37. — Crapaudine Hess.

Ce tableau donne, pour les différentes vitesses de rotation d'arbre et les différents diamètres de collier D , la valeur limite de la charge que l'on pourra faire supporter au collier de billes, sans l'user trop rapidement.

Avec ce tableau, on sera dispensé de faire des calculs, et l'on pourra immédiatement trouver le diamètre D du collier, et celui d des billes, étant donnés la charge que le palier aura à supporter et le nombre de tours par minute de l'arbre.

TABEAU DES CHARGES QUE PEUT SUPPORTER 1 COLLIER A BILLES, EN MARCHANT
AUX DIFFÉRENTES VITESSES DE ROTATION SUIVANTES :

		Diamètres d les plus favorables des billes.							
		$d = 3,2 \text{ mm}$ soit 1/8 pouce.	$d = 4,8 \text{ mm}$ soit 3/16 pouce.	$d = 6,4 \text{ mm}$ soit 1/4 pouce.	$d = 9,5 \text{ mm}$ soit 3/8 pouce.	$d = 12,7 \text{ mm}$ soit 1/2 pouce.	$d = 15,8 \text{ mm}$ soit 5/8 pouce.	$d = 24 \text{ mm}$ soit 15-16 pouce.	$d = 44,4 \text{ mm}$ soit 7/4 pouce.
		Diamètres intérieurs du collier de billes (c'est-à-dire de la rangée de billes).							
Tours par minute de l'arbre.		$D = 1 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 2 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 3 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 5 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 7 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 10 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 15 \text{ cm.}$ kilos.	$D = 30 \text{ cm.}$ kilos.
0		40	80	120	200	280	400	600	1200
60		38	71	100	152	200	250	310	420
120		36	64	86	124	150	180	210	250
300		31	49	62	78	88	96	107	120
600		25	36	42	48	53	56	58	61
1200		18	23	25	28	29	29,5	30	31
2400		11,5	13	14	15	15	15,3	15,6	16
4800		6,5	7,3	7,5	7,7	7,8	7,9	7,9	8
9600		3,6	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	4

Tome 107. — Octobre 1905.

74

Exemple. — Donnons, pour terminer, un exemple :

Supposons une voiture automobile lourde, c'est-à-dire de 1 600 kilos, et faisant un service très actif, soit chaque jour une cinquantaine de kilomètres en moyenne.

Admettons qu'on fasse le plus souvent du 40 kilomètres à l'heure; la vitesse de rotation des roues atteint alors environ 220 tours par minute.

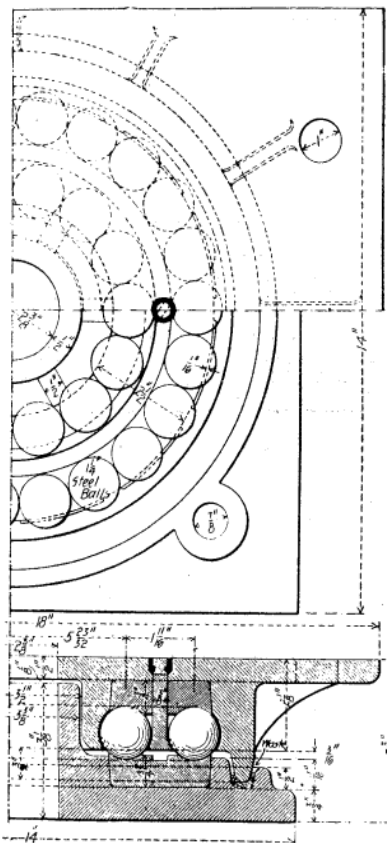


Fig. 38. — Pivot de bogie Norwood.

Quelles dimensions de palier à billes faudrait-il employer pour chacune des 4 roues si les paliers doivent ne pas s'user trop vite?

Solution. — Nous emploierons un palier de la première catégorie, c'est-à-dire du meilleur système. Comme ces paliers-là ont généralement deux rangées de billes (ou colliers), la charge sur chaque rangée serait de 200 kilos. Or, en consultant le tableau précédent, on verra qu'à la vitesse d'environ 220 tours par minute, il n'existe pas de collier, si grand soit-il comme diamètre, qui puisse supporter sans trop d'usure une pareille charge de 200 kilos.

Il n'y aura donc ici qu'un seul moyen à adopter. Ce moyen, il est vrai, est nouveau, et n'existe pas à ma connaissance: c'est d'employer un palier double par roue, c'est-à-dire de faire reposer chacune des roues sur 4 rangées de billes ou colliers. (Fig. 8).

Alors, la charge par collier de billes tombera à 100 kilos et le tableau nous montre que, dans ces conditions, un collier de 5 cm. de diamètre fera l'affaire (c'est-à-dire $D = 5$ cm.).

Quant aux billes à employer, ce seront des billes de 9,5 millimètres de diamètre, c'est-à-dire de 3/8 pouce, comme l'indique le tableau.

Il n'est donc pas étonnant que l'on commence, dans les lourdes voitures automobiles, à abandonner les roulements à billes (du moins pour les roues de derrière) et qu'on les remplace par des paliers ordinaires à glissement.

C'est parce que ces paliers à billes s'usaient *énormément vite*; et cela se comprend, puisqu'il n'y avait que *deux* rangées de billes par roue, tandis que nous venons de voir qu'il en aurait *fallu 4*.

Comme un pareil palier à 4 rangées de billes n'existe pas encore, à ma connaissance, je crois bien faire en donnant ici un croquis (en coupe) de ce palier nouveau (fig. 8), ainsi qu'une explication détaillée. Il se compose d'un arbre portant trois bagues *A*, *B* et *C*, servant

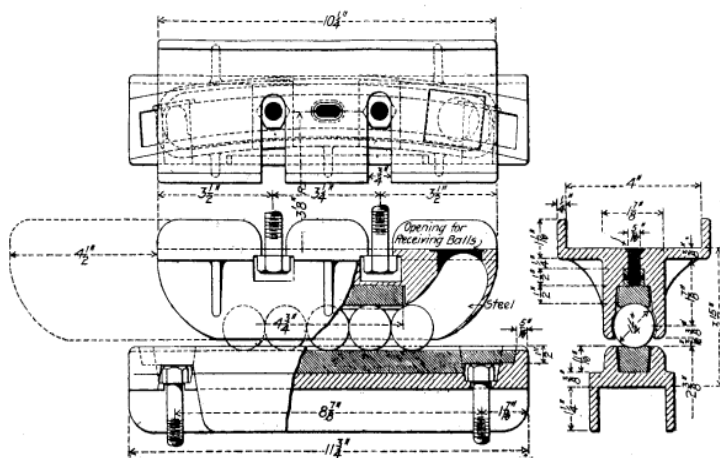


Fig. 39. — Roulement *Norwood* pour traverses de bogies.

de rainures intérieures aux 4 colliers de billes et de deux anneaux extérieurs, *E* et *F*, servant de rainures extérieures à ces 4 rangs de billes.

Des trois bagues *A*, *B* et *C*, seule celle *A* de l'extrémité est *fixe* sur l'arbre, tandis que la bague du milieu *B* est *folle*, ou, mieux encore, peut glisser le long de l'arbre tout en étant entraînée par lui au moyen d'une clavette à glissement latéral.

Quant à la bague *C* de l'autre extrémité, elle fait *écrou* sur l'arbre, qui est fileté et muni du contre-écrou *D* ou de tout autre moyen de serrage.

On voit, d'après cela, qu'il suffira, pour rattraper les jeux des 4 rangées de billes et *centrer* leur anneaux extérieurs *E* et *F*, de serrer un peu l'écrou *D*. Ce serrage se transmettra alors à travers les 4 rangées de billes, lesquelles, par suite, se mettent à une *même* tension, ce qui est *important* pour obtenir une égale *répartition* de la charge et par suite répartir l'usure sur les 4 rangées.

On pourrait d'ailleurs, pour atteindre une répartition encore plus parfaite des charges et par suite de l'usure, *bomber* légèrement l'extérieur des anneaux *E* et *F*. L'anneau *F* est solidaire de tuyau *F*¹ qu'entoure le bâti *G*, fig. 8. De la sorte, la charge de chaque anneau portera seulement sur le *milieu* de sa largeur, et se répartira par suite en deux moitiés bien égales.

Quant aux applications des roulements sur billes, il va sans dire qu'elles se répandent et se différencient de plus en plus, facilitées par des dispositifs nouveaux et surtout par la perfection de la fabrication des billes, dont on peut garantir le diamètre exact à 2 millièmes de millimètre près, par l'exécution parfaite de leurs chemins de roulement et la sûreté du traitement métallurgique : trempe et recuit de leurs métaux.

Les roulements de la *Deutsche Waffen und Munitionsfabriken*, de Berlin, connus sous la marque D. W. F., et représentés par les figures 12 à 18 sont caractérisés par l'emploi de ressorts séparant les billes, et dont la compression permet l'insertion des sans aucune solution de continuité de leurs roulements. A l'intérieur des spires de ces billes ressorts, se trouvent des feutres imprégnés d'huile ou de vaseline (1). Les figures 15

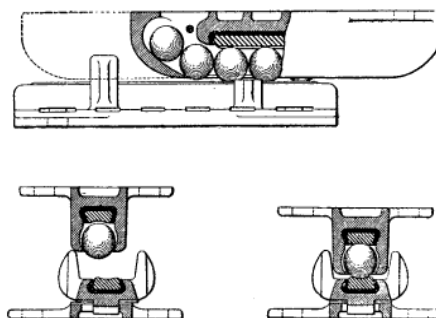


Fig. 40. — Roulement Norwood.

représentent quelques types de ces ressorts. En fig. 16, le tampon de feutre gras *f* est protégé par une enveloppe intermédiaire imperméable *g*, et les billes frottent sur des fonds *d*. En fig. 17, ces fonds, renforcés, reçoivent le frottement de la bille dans des alvéoles *d'*, et les extrémités des ressorts en des coulisses *f*, assez larges pour permettre une légère rotation du ressort. La compression des ressorts est limitée par l'enveloppe *h*, en deux pièces *h'* et *h''*. Ce type de roulement est destiné aux pièces, telles que les boutons de manivelles, où les billes subissent des accélérations et des retards mettant en jeu leurs forces d'inertie en fatiguant les ressorts et leurs plateaux.

En fig. 18, la dilatation des ressorts est limitée par les butées des extrémités des cadres *e* et *f* sur les étriers *lk* de la cage de roulement *c*. Avec cette disposition, les ressorts ne peuvent pas tomber et la cage se retire facilement d'un coup après l'enlèvement du fil d'acier de serrage *g*. Des talons *d* supportent toute l'usure de la portée de la cage sur le cercle de roulement intérieur.

La D. W. F. emploie aussi des roulements avec entrée des billes par (fig. 29) une fraisure fermée ensuite par une vis sur la bague intérieure ou sur l'extérieure suivant que l'axe est fixe ou mobile, et toujours au point le moins chargé du roulement.

On retrouve l'insertion par entaille 2 (fig. 19) et la fermeture par vis 5 dans les roulements de la *Société française des roulements à billes* d'Ivry, disposés de manière à affaiblir le moins possible les cercles de roulement 1 et 3.

Dans le système de *MM. Malicet et Blin*, l'introduction des dernières billes se fait

(1) Brevets anglais 12206 de 1903, 4847 et 23475 de 1904, 5375 de 1905.

MESURES EN MILLIMÈTRES DES BUTÉES DE LA DWF, FIG. 22, 23 ET 24, P. 1107

NUMÉRO des BAGUES DE BUTÉE.	DIMENSIONS DES BAGUES DE BUTÉE.						CHARGES CONVENABLES EN KILOGRAMMES.							
	DIAMÈTRE intérieur. d	DIAMÈTRE intérieur. d_1	DIAMÈTRE extérieur. d_2	HAUTEUR du roulement. h	RAYON de la surface d'appui. R	RAYON. des billes.	SYSTÈME ρ FIGURE 22			SYSTÈME r FIGURE 23				
							Jusqu'à 1500 tours à la minute.	Jusqu'à 1000 tours à la minute.	Jusqu'à 500 tours à la minute.	Jusqu'à 300 tours à la minute.	Jusqu'à 150 tours à la minute.	Poids à la pièce. kilos.		
6 g ou r . . .	30	32	53	18	40	1	6,35	150	200	250	300	350	4 100	0,15
7 g — r . . .	35	37	62	21	50	1	7,93	200	250	300	400	450	1 500	0,21
8 g — r . . .	40	42	64	21	50	1	7,93	250	300	350	450	550	1 600	0,24
9 g — r . . .	45	47	73	25	60	1	9,52	300	350	400	550	700	2 100	0,36
10 g — r . . .	50	52	78	25	65	1	9,52	350	400	500	650	800	2 300	0,40
11 g — r . . .	55	57	88	28	70	1	11,11	400	500	600	750	1 000	2 900	0,57
12 g — r . . .	60	62	90	28	75	1	11,11	450	550	700	850	1 100	3 100	0,80
13 g — r . . .	65	67	100	32	80	1,5	12,70	550	650	800	1 000	1 200	3 800	0,88
14 g — r . . .	70	72	103	32	85	1,5	12,70	600	700	900	1 100	1 400	4 000	0,94
15 g — r . . .	80	82	115	35	95	1,5	14,98	700	800	1 100	1 200	1 700	5 000	1,40
17 g — r . . .	85	88	125	38	105	1,5	15,87	850	950	1 300	1 500	2 000	6 000	1,44
19 g — r . . .	95	98	140	41	115	1,5	17,45	1 000	1 150	1 600	1 900	2 400	7 000	1,90
21 g — r . . .	105	108	155	40	130	1,5	19,05	1 200	1 400	1 800	2 200	2 700	8 000	2,42
23 g — r . . .	115	118	165	43	140	2	20,64	1 300	1 600	2 200	2 500	3 200	10 000	2,94
25 g — r . . .	125	128	175	46	150	2	22,22	1 400	1 900	2 400	2 900	3 700	11 000	3,57
28 g — r . . .	140	143	200	52	170	2	25,40	1 700	2 200	3 000	3 700	4 800	13 000	4,99

(fig. 20 et 21) en les forçant, grâce à l'élasticité des anneaux de roulement *a* et *c*, au travers de leurs encoches *b* et *d*, qui affleurent presque, en *e* et *f*, le fond des roulements, et qu'il n'est pas nécessaire de fermer.

Les butées à billes de la D W F sont (fig. 22) avec bague fixe ou dormante à appui sphérique de rayon *R* donné par le tableau p. 1121 et avec (fig. 23) pour des vitesses inférieures à 300 tours des rainures de roulement dans les deux bagues mobile et fixe toutes les fois que la bague mobile est exposée à des poussées latérales par suite de l'usure des guides de l'arbre. Pour les grandes butées, à partir de 100 millimètres il faut, comme en figure 24, ajouter au système un contre-anneau de roulement sur l'anneau sphérique.

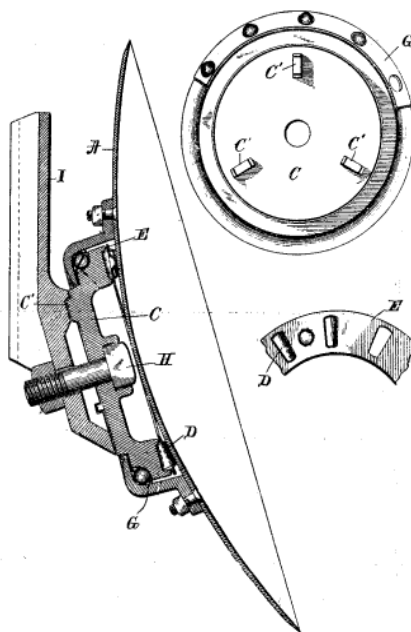


Fig. 41. — Roulement *Pooler* pour coutre de charrue.

On retrouve la portée sphérique en 7 (fig. 25 et 26) dans les butées de la *Société française* avec les billes dans un cadre 4, très léger, en vulcanite, et portant, non sur les billes, mais sur une petite portée 3 de 7.

Dans le palier de la *Hoffmann Manufacturing Co*, de Chelmsford, la butée est (fig. 27) prise par deux roulements de billes indépendants des deux roulements extrêmes, qui ne font que supporter la charge, et l'on retrouve une disposition analogue dans le roulement de *Mair* (fig. 28) pour une armature de dynamo *c*, entraînant l'anneau *s* de droite sur les billes de butée *r* et de charge *q* de la douille fixe *t*, et dont l'arbre *e* roule et butte de même, par des billes *r* et *q*, sur l'anneau fixe *t* de gauche.

Comme exemples d'applications des roulements à billes, je signalerai les suivantes, qui s'expliquent par leurs figures seules et leurs légendes.

Les paliers de la *D W F* représentés par les figures 29 et 30 applicables tout particulièrement aux dynamos, et très économiques (fig. 31).

Les roulements pour essieux de la même société (fig. 32 et 33).

Le petit palier de *Singer* (fig. 34) pour arbre sous table de machines à coudre, ajustable dans son support *m* par les serrages des collets *a* en *p o n*, avec tube *k*, protégé contre la rotation de l'arbre *g*.

Le roulement pour poulies folles de la compagnie *Hoffmann* (fig. 35) à réglage par bague conique fendue.

Le dispositif de *Hess* (fig. 36), pour turbine à vapeur à 3000 tours, dont la butée est reçue par les deux anneaux de droite du grand palier, sans aucun support, et simplement appuyés sur une nervure annulaire du palier, et la crapaudine de grue, très ramassée (fig. 37) pour un charge de 17 tonnes (1).

Les roulements de *Norwood*, pour pivots (fig. 38) et traverses de bogies dans les voitures de chemins de fer (fig. 39) avec billes emboîtées de manière à ne pouvoir être délogées par un choc. Les billes sont suspendues dans leur enveloppe aux extrémités de la traverse du bogie, et leurs roulements peuvent (fig. 40) prendre latéralement un jeu de 13 millimètres.

Le coute de charrue tournant de *Poole A* (fig. 41) circulaire et tournant sur des galets de roulement *D* et billes de retenue *G*, dont le plateau *C* se fixe par le serrage du boulon *H* et les enclenchements *C'* du support *I*. Il suffit de desserrer *H* pour pouvoir permuter ces enclenchements et changer la position, haut et bas, des surfaces de roulement usées inégalement.

MACHINE DE LAMINOIR DE 18 000 CHEVAUX, de *MM. Richardson Westgarth et Co*,
Middlesborough (2).

Cette très remarquable machine est (fig. 1 et 2) comme celle de 16 000 chevaux de *Davy*, décrite à la page 964 de notre *Bulletin* de juillet dernier, verticale et à 3 cylindres de 1^m,15 × 1^m,32 de course : vitesse 200 tours; pression d'admission 14 kilogrammes; poids 500 tonnes. On peut marcher soit en simple, avec admission directe aux trois cylindres, soit en compound, avec admission au cylindre du milieu et détente dans les deux autres; le passage de l'un à l'autre régime se fait instantanément par une valve commandée par pression d'eau. Les manivelles sont à 120°; l'arbre, en trois pièces interchangeable, a 560 millimètres aux portées sur coussinets à garniture d'antifriction. Le socle a 1^m,20 de haut sur 76 millimètres d'épaisseur.

Le réglage de ces machines compound doit être très vif et puissant, pour suivre la variation si considérable et rapide de la résistance du laminoir, et, pour cela, le régulateur doit agir à la fois sur tous les cylindres, car, s'il n'agissait que sur celui à haute pression, il laisserait dans les autres assez de vapeur pour provoquer l'emballement de la machine lorsque le lingot quitte le laminoir. A cet effet, la distribution dans chacun des cylindres, du type Rottmann, se fait (fig. 2) par des tiroirs cylindriques avec tiroirs de détente à l'intérieur des tiroirs principaux, et ces derniers sont reliés à la valve de prise de vapeur de manière à réduire l'admission à mesure que l'on ferme cette prise de vapeur. Dans chaque cylindre, la coulisse attaque les

(1) *American Machinist*, 30 avril 1904.

(2) *Engineering*, 18 août, p. 212.

tiroirs principaux, enfilés sur une même tige, par une crosse et deux tiges creuses, que traversent les tiges des tiroirs de détente, et ces tiges sont reliées par des menottes à un balancier pivoté sur une bielle suspendue à la crosse des tiroirs principaux, de sorte que le mouvement relatif des tiroirs de détente est commandé par les oscillations de ce balancier. Cette oscillation est commandée, du tiroir de l'excentrique de détente, par le renvoi *a b c d e*, en fonction de la position du point *e*, commandée par celle même de la prise de vapeur indiquée à droite de la figure.

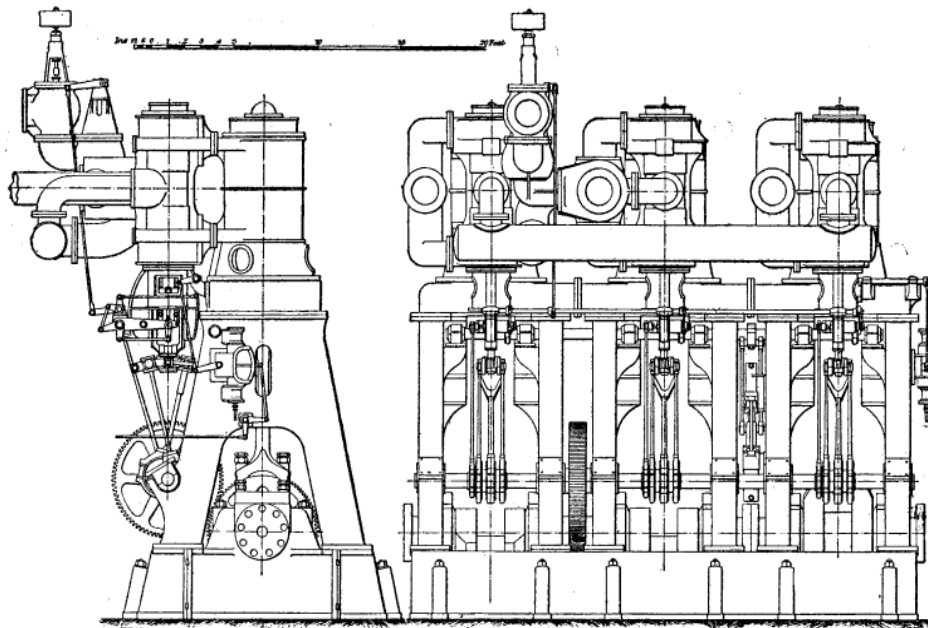


Fig. 1. — Machine de laminoir de 18 000 chevaux Richardson Westgarth.

Cette distribution a déjà fait ses preuves, notamment à Differdange, où les laminoirs étaient primitivement commandés par deux machines sans condensation à, chacune, deux cylindres de $1^m,35 \times 1^m,40$ de course. Une de ces machines fut remplacée par une compound avec distribution Rottmann, qui réalisa une économie de vapeur de 415 kilogrammes de vapeur par lingot réduit de 500 à 140 millimètres d'équarissage.

Un régulateur de sûreté Crowe actionne un relais hydraulique qui ferme la prise de vapeur en cas d'emballement, et ce relais peut aussi se commander à la main, de la plate-forme.

Cette machine est destinée au laminoir dégrossisseur de la *Cargo Fleet Iron Co*, de Middlesborough, qui en a commandé une seconde pour son laminoir finisseur.

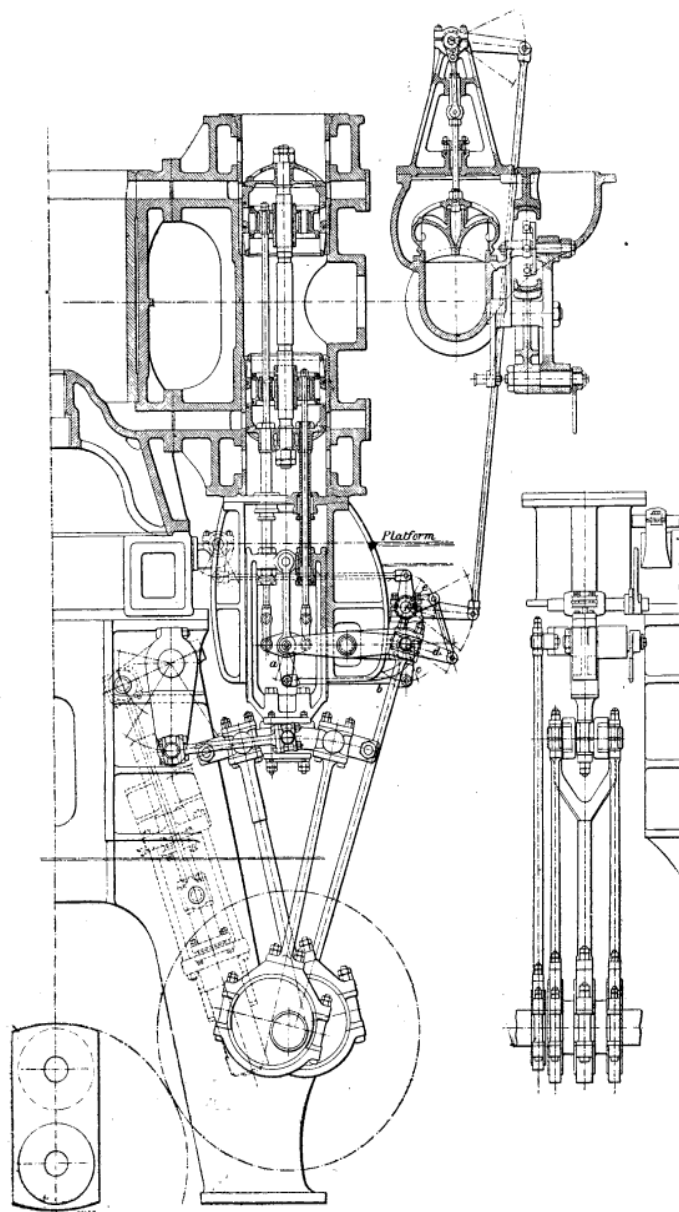


Fig. 2. — Machine de laminoir *Richardson Westgarth*, détail de la distribution.

APPAREIL *Marriott* INDICATEUR DES DÉVIATIONS DES SONDAGES (1)

Ces appareils sont de deux sortes, donnant les uns une indication approximative, mais continue, des déviations du sondage et les autres l'indication exacte, en grandeur et direction, de cette déviation au point du sondage où se trouve descendu et arrêté l'appareil.

L'appareil à indications continues est représenté par les figures 1 à 6. Son principe consiste à descendre au bout d'une corde, dans le sondage, un cylindre renfermant un petit pendule, qui s'y maintient constamment vertical et qui est solidaire d'une aiguille de rhéostat dont la position, sur le quadrant, de ce rhéostat est, par

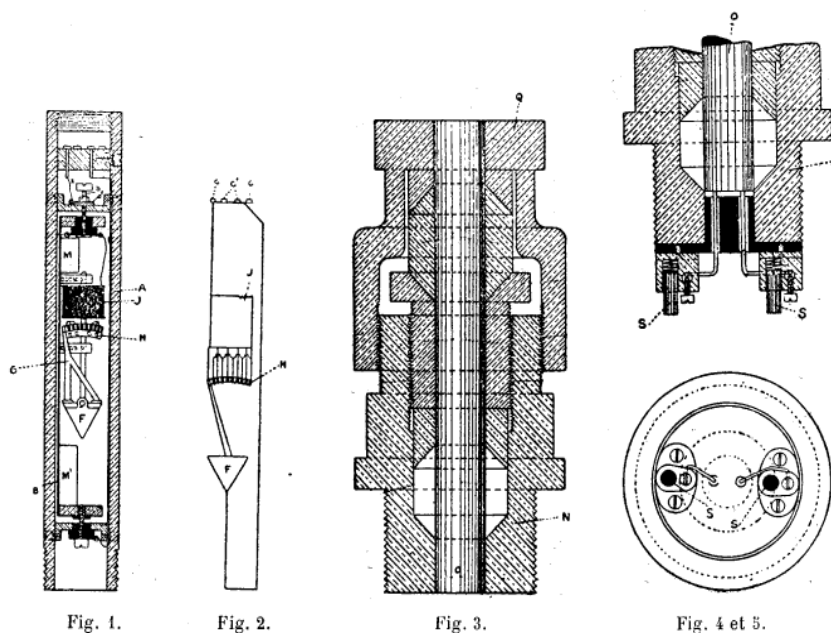


Fig. 1 à 4. — Indicateur de sondage *Marriott*.

conséquent fonction de l'inclinaison du pendule sur l'axe du sondage, ou de la déviation verticale de ce sondage. Il suffit, dès lors, de faire traverser le rhéostat de l'appareil indicateur par le courant d'une pile de voltage constant, et d'intercaler dans le circuit de cette pile et du rhéostat un galvanomètre, pour que l'aiguille de ce galvanomètre, placé au jour, indique, elle-même, la déviation du sondage.

On reconnaîtra facilement, sur la figure 1, en A, le cylindre explorateur, que l'on descend dans le trou de sondage, et, à l'intérieur de ce cylindre, un second cylindre B, également en bronze, pivoté sur deux vis verticales et renfermant le pendule F; en H se trouve le cadran du rhéostat parcouru par l'aiguille G de F, et, en J, le rhéostat. En

(1) *Engineering News*, 27 juillet 1905.

M et M', se trouvent, dans B, deux masses qui font tourner B sur ses pivots verticaux de manière que F oscille toujours dans un plan vertical. Dans le dispositif fig. 6, on a, pour augmenter la sensibilité de l'appareil, triplé les masses pendulaires F.

L'attache du cylindre A au fil qui le descend dans le sondage est représentée en détail par la figure 3. La pièce N se visse dans le haut du tube A, et le fil O s'y trouve serré, par Q, sur deux garnitures étanches et coincées. On voit, en figure 4 et 5, comment le courant arrive, par des fils isolés dans O et par les bornes à ressorts S aux anneaux de contact cc du circuit de H.

Les appareils précédents n'indiquent que la grandeur de la déviation verticale du

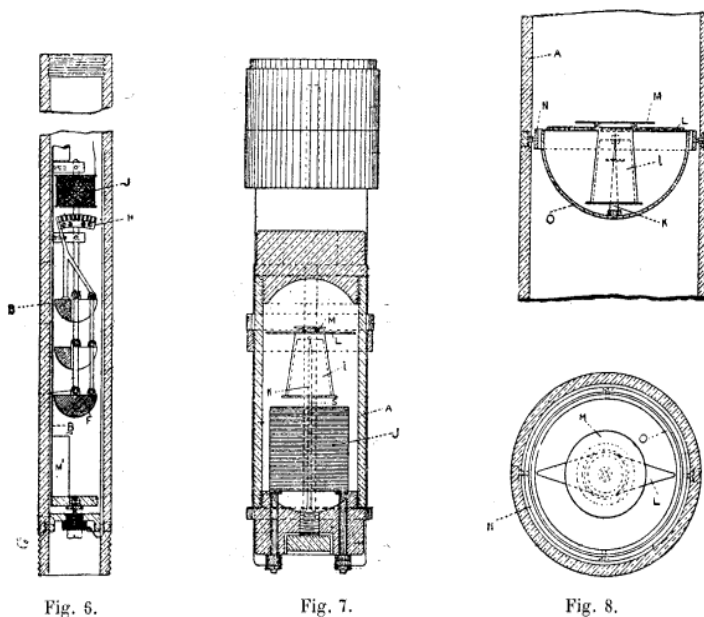


Fig. 6, 7 et 8. — Indicateur de sonde Marriott.

sondage, mais pas la direction de cette déviation. Lorsqu'on veut connaître cette direction, en un point donné du sondage, d'une façon complète et précise, il faut employer l'appareil représenté par les figures 7 et 8.

Il comporte, comme les appareils précédents, un pendule dont l'inclinaison sur l'axe d'un cylindre qui le renferme, et est arrêté au point voulu du sondage, donne la grandeur de l'inclinaison de ce cylindre sur la verticale, et, par conséquent, la déviation verticale du sondage en ce point; mais, au lieu de transmettre cette indication au jour, comme dans les appareils précédents, le pendule la conserve dans le cylindre explorateur même, de manière qu'on puisse la vérifier exactement après le retour de ce cylindre au jour. A cet effet, dès que le cylindre explorateur s'est arrêté suffisamment longtemps, au point voulu du sondage, pour que le pendule ait pris rigoureusement sa verticale, on enclanche ce pendule dans son inclinaison sur l'axe du cylindre, de manière qu'il la conserve jusqu'à l'ouverture du cylindre ramené au jour, et tout

l'ingénieux de l'appareil est dans l'artifice employé pour réaliser cet enclanchement.

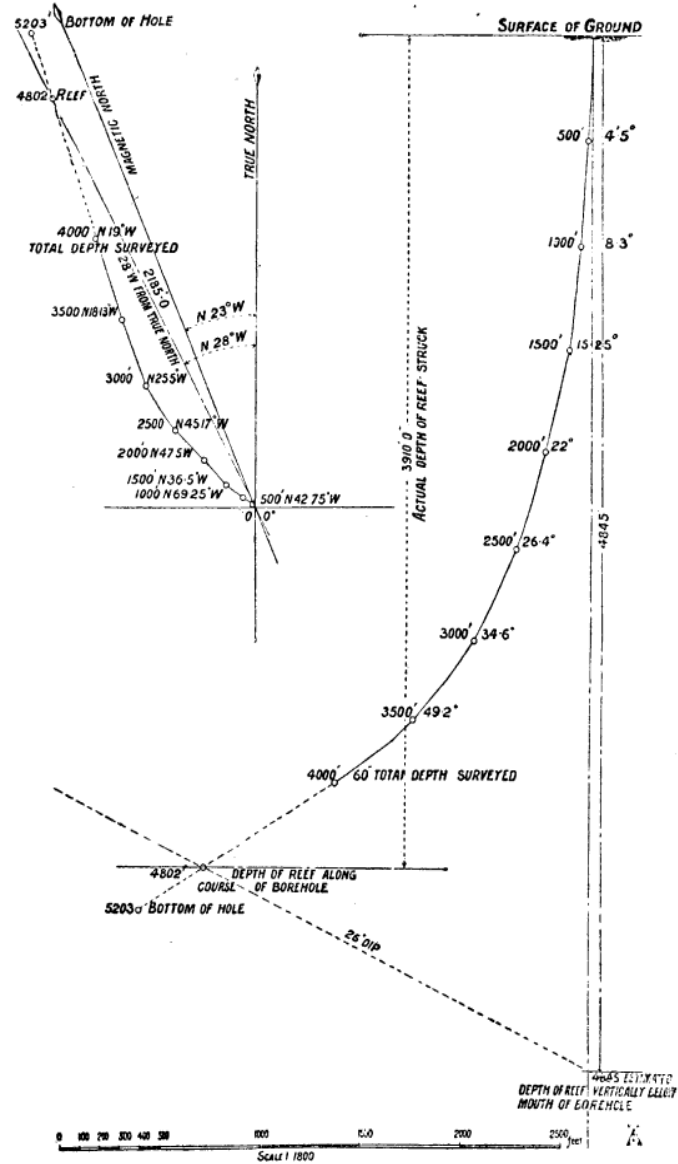


Fig. 9.

Cet artifice consiste à noyer le pendule dans une masse de paraffine, que l'on fait, dès que le cylindre explorateur est arrivé au point voulu du sondage, fondre par la

chaleur d'un circuit électrique. Cette fusion rend au pendule toute sa liberté, de sorte qu'il prend alors sa position verticale. Il suffit, dès lors, d'arrêter le passage du courant électrique pour que la paraffine, en se solidifiant de nouveau, immobilise le pendule dans cette position et réalise ainsi, sans aucun déplacement de cette position, l'enclenchement précité. Mais ceci ne donne encore que la grandeur de la déviation du sondage; pour en connaître la direction, il faut pouvoir la rapporter à un plan fixe dans l'espace, et, dans l'appareil en question, ce plan est le vertical nord-sud fourni par une boussole qui complète le pendule, et qui donne ainsi, par son immobilisation dans la paraffine resolidifiée, la direction de la déviation.

On voit (figure 7), en A, le cylindre explorateur en cuivre, rempli de paraffine et enfermé dans un tube protecteur en bronze; en J, la résistance électrique dans laquelle le courant électrique passe pour fondre la paraffine, en L un barreau aimanté solidaire de la masse conique pendulaire *l*, portée par une pointe K, et d'un petit miroir argenté M, dont il suffit d'observer la déclinaison au jour, sur l'horizontale et dans la direction de L.

En figure 8 la boussole L et son pendule *l* sont suspendus à la Cardan en NO, comme dans les habitacles des compas de marine.

Comme exemple d'application de cet appareil, on peut citer un sondage de 4 802 pieds (1 450 mètres) dans le Witwatersrand, où l'appareil Marriott, descendu jusqu'à 4 000 pieds, donna les indications de la figure 9, avec une déviation ouest de 19° à partir du nord vrai, et une inclinaison de 60° sur la verticale, de sorte que le fond du sondage se trouve très probablement non pas à 4 802 pieds sous le sol, mais à 3 910 pieds seulement, comme l'indique le prolongement pointillé de la dernière direction donnée par l'appareil, et à 2 185 pieds à 28° ouest du trou de sonde au jour.

EMPLOI DE LA SURCHAUFFE DANS LES LOCOMOTIVES

Nous avons fréquemment attiré l'attention des lecteurs du *Bulletin* sur le progrès des applications de la surchauffe aux locomotives (1) et signalé, tout dernièrement, l'une des dernières applications du surchauffeur Schmidt aux locomotives à marchandises de l'État belge (2).

On y essaya comparativement deux locomotives identiques, ne différant que par l'application, à l'une d'elles, d'un surchauffeur Schmidt. Elles étaient toutes deux à cylindres intérieurs de 520 × 660 de course, timbrées à 14 atmosphères; chauffe des tubes 158 m²,25 pour la chaudière sans surchauffe, foyer 14 m²,90, grille de 2 m²,84. Le surchauffeur Schmidt, du type représenté par la figure de la page 342 de notre *Bulletin* de mars dernier, a conduit au remplacement de 103 tubes de 50 millimètres de diamètre par 21 tubes de 118 millimètres, renfermant chacun deux tubes en U de 25 millimètres de diamètre intérieur et 32 extérieur, et parcourus par la vapeur à surchauffer; ces tubes de surchauffe présentaient une surface totale de 27 m²,15, et la surface de chauffe des tubes à feu était réduite de 158 m²,25 à 98 m²,10. Les tubes de

(1) *Bulletin* de mars 1902, p. 440 et de mai 1904.

(2) *Bulletin* de mars 1905, p. 342. M. Flamme a récemment donné, au meeting des *Mechanical Engineers*, à Liège, quelques renseignements sur cette dernière application.

surchauffe sont en acier étiré protégé au bout par des coudes en acier coulé; leur

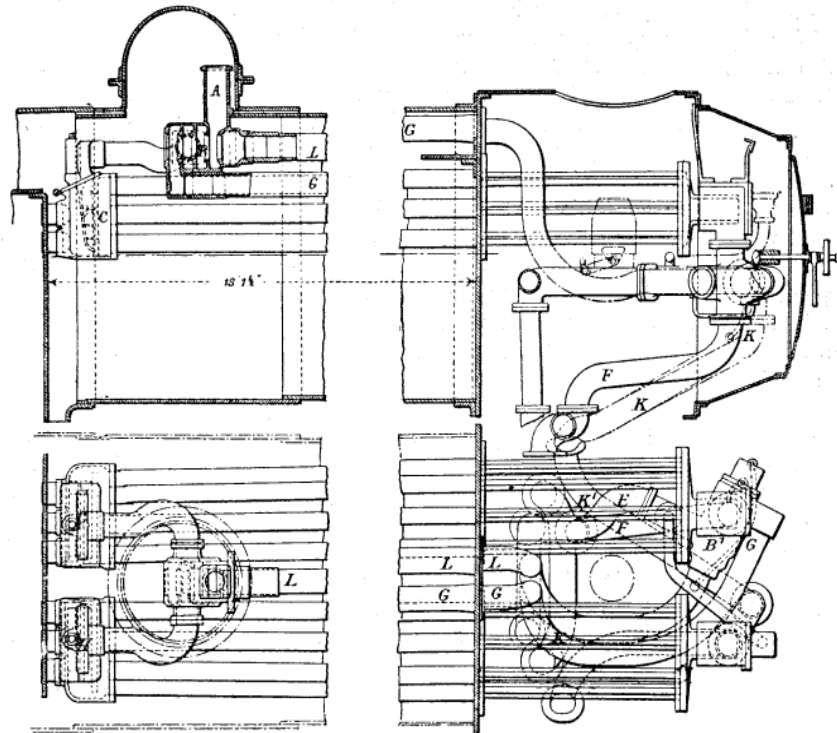


Fig. 1. — Surchauffeur Cockerill.

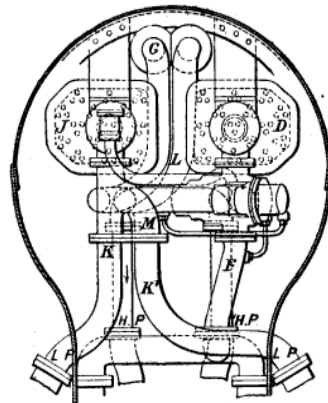


Fig. 2.

étanchéité, dans la boîte à fumée, est assurée par un joint sur amiante. Le bronze et

le cuivre sont exclus de toutes les pièces au contact de la vapeur surchauffée. Les garnitures des tiges des cylindres sont métalliques, en fonte et métal blanc; l'admission se fait au milieu des tiroirs cylindriques, ce qui réduit la garniture de leurs tiges à des segments de bronze avec saignées de graissage. La garniture des pistons de ces tiroirs est en trois segments de fonte, avec vapeur pressant à l'intérieur du segment

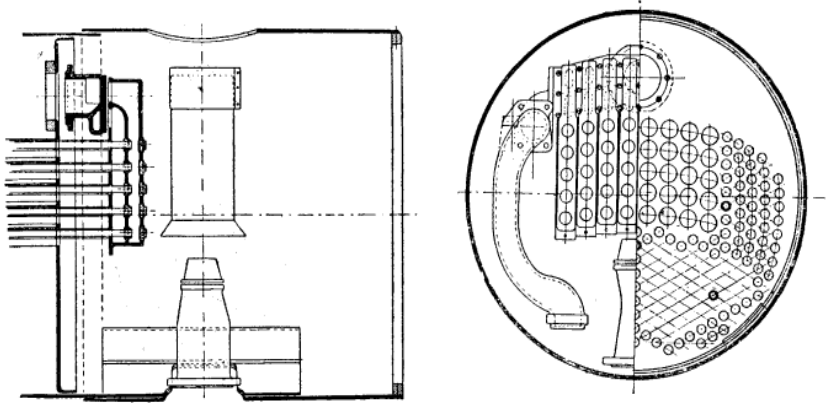


Fig. 3. — Surchauffeur Shenectady.

principal. Le graissage se fait, au moyen d'un graisseur à six compartiments, par de l'huile minérale à point éclair élevé.

Les essais comparatifs se firent sur des trains de marchandises rapides et des

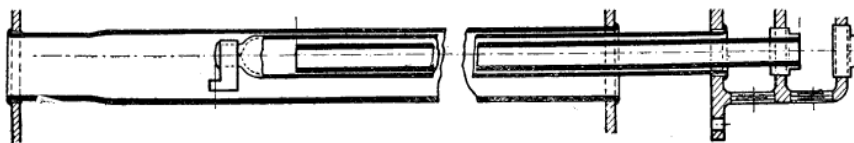


Fig. 4. — Surchauffeur Shenectady, détail d'un élément.

trains de voyageurs de banlieue en profil très accidenté, avec nombreuses rampes de 1,6 p. 100. Chaque locomotive remorquait 24 wagons de 250 tonnes et 12 voitures de 150 tonnes; le parcours total de chacune d'elles fut de 11 500 kilomètres. La surchauffe donna des économies de charbon de 13,33 p. 100 par train kilomètre, et de 18 p. 100 d'eau. Après quatre mois d'essais sur les lignes du Luxembourg, on les reprit sur la ligne de Bruxelles-Charleroi, à rampes nombreuses de 1,3 p. 100, en faisant remorquer alternativement, aux deux locomotives, pendant 10 jours, le même train de 250 tonnes. La surchauffe donna des économies de charbon et d'eau de 12,5 et 16,5 p. 100, avec un accroissement de vitesse de 9,5 p. 100 au haut des rampes. En outre, comme entretien, la locomotive à surchauffeur n'exigea aucune attention spéciale pendant un service d'une année et demie.

Ces résultats ont décidé l'État belge à appliquer ce surchauffeur sur 25 locomotives

de différents types, entre autres aux locomotives express qui franchissent en 17 minutes les 17 kilomètres de Mons à la frontière, avec des trains de 340 tonnes (tare brute et voitures) en rampes variant de $1/125$ à $1/55$.

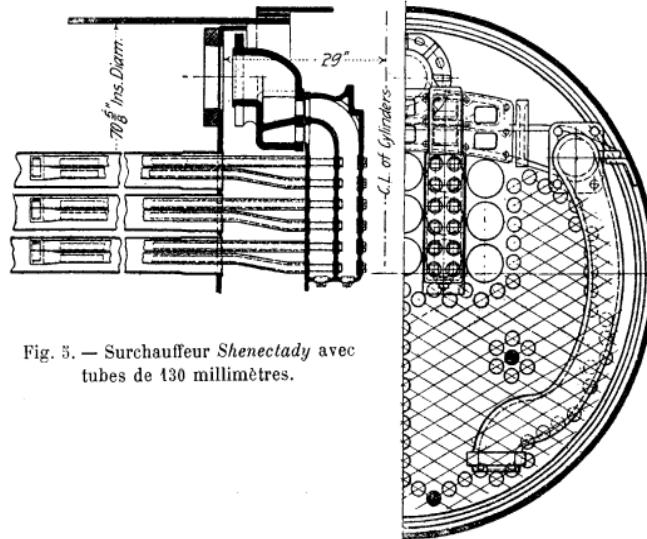


Fig. 5. — Surchauffeur *Shenectady* avec tubes de 130 millimètres.

L'État belge, en suite de ces résultats heureux, a décidé d'essayer la combinaison

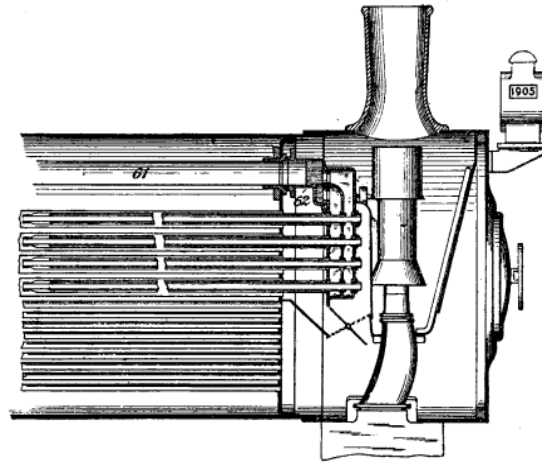


Fig. 6. — Surchauffeur *Cole et Oatley*.

du compoundage et de la surchauffe, en divisant le surchauffeur en deux parties, de manière à surchauffer la vapeur à l'entrée de tous les cylindres ou seulement à celle

des grands cylindres, et la société Cockerill a construit le dispositif représenté par les figures 1 et 2, dans le but d'étudier cette question particulière et des plus intéressantes.

Cette disposition est actuellement appliquée sur une série de locomotives compound à 4 cylindres de 360 et 620 × 680 de course; pression 15^{atm},5, avec des tubes de 4 mètres de long, dont 219 de 50 millimètres et 30 de 107 millimètres pour la surchauffe, chauffe des tubes 157^{m²},62, intérieure, foyer 18^{m²},35, grille de 3^{m²},01.

Les deux petits cylindres sont intérieurs et attaquent l'essieu coudé, les grands sont extérieurs et accouplés sur le second essieu.

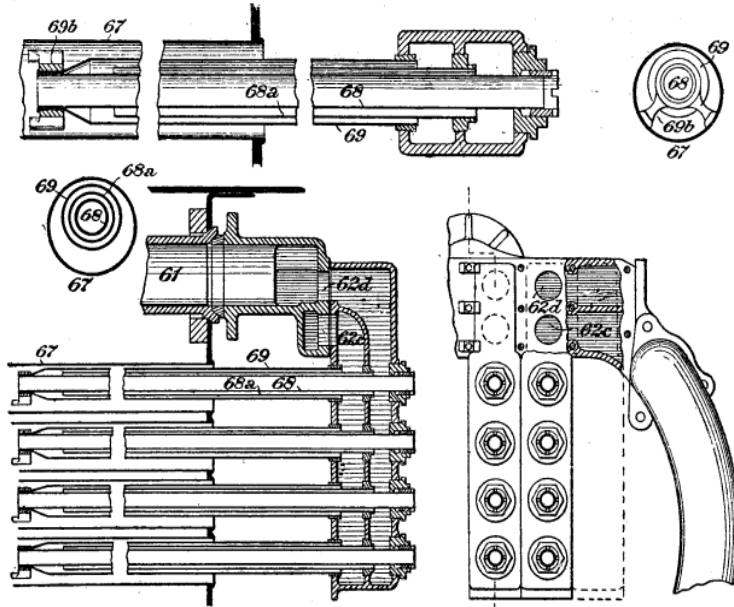


Fig. 7. — Surchauffeur Cole et Catley.

En B se trouve une valve à 3 pistons permettant de faire passer la vapeur de la chaudière dans le compartiment C ou dans le tube L, suivant que l'on veut surchauffer la vapeur à l'entrée de tous les cylindres ou, seulement, à l'entrée des grands. Les mouvements de B sont répétés par la valve identique B' de L.

Pour surchauffer à l'entrée de tous les cylindres, la vapeur passe, du régulateur A, par B, en C, traverse les tubes surchauffeurs de gauche, le collecteur D, les petits cylindres, où elle arrive, par B' et E; de ces petits cylindres, la vapeur passe, par B' et G, dans le compartiment H, au surchauffeur de droite, puis, par K, aux grands cylindres.

Pour surchauffer à l'entrée des grands cylindres seulement, B est disposée de manière à amener la vapeur directement de la chaudière en L, d'où elle passe, par B'E, aux petits cylindres; de ces cylindres, la vapeur passe, par F et B', en D, puis au surchauffeur de gauche et en C, par BH, au surchauffeur de droite, puis, par JK, aux grands cylindres.

Si ces essais arrivaient à démontrer qu'il suffit de surchauffer la vapeur à l'entrée des grands cylindres, cela simplifierait de beaucoup l'application de la surchauffe aux locomotives compound.

On a récemment essayé, sur le *Canadian Pacific*, concurremment avec des surchauffeurs Schmidt, une variante de ce surchauffeur connue sous le nom de surchauffeur de *Schenectady*, avec les tubes de surchauffe disposés (fig. 3 et 4) en rangées verticales dans des compartiments divisés en deux chambres par une cloison transversale. Dans chaque tube à feu, se trouvent deux tubes de vapeur, que la vapeur de la chaudière traverse, du petit au grand, en se surchauffant dans l'espace annulaire entre les deux tubes. Ce dispositif est simple et commode parce que chaque compartiment peut s'enlever séparément. Dans le type fig. 5, les tubes à feu du surchauffeur ont 130 millimètres de diamètre et renferment chacun 4 tubes de surchauffe télescopés

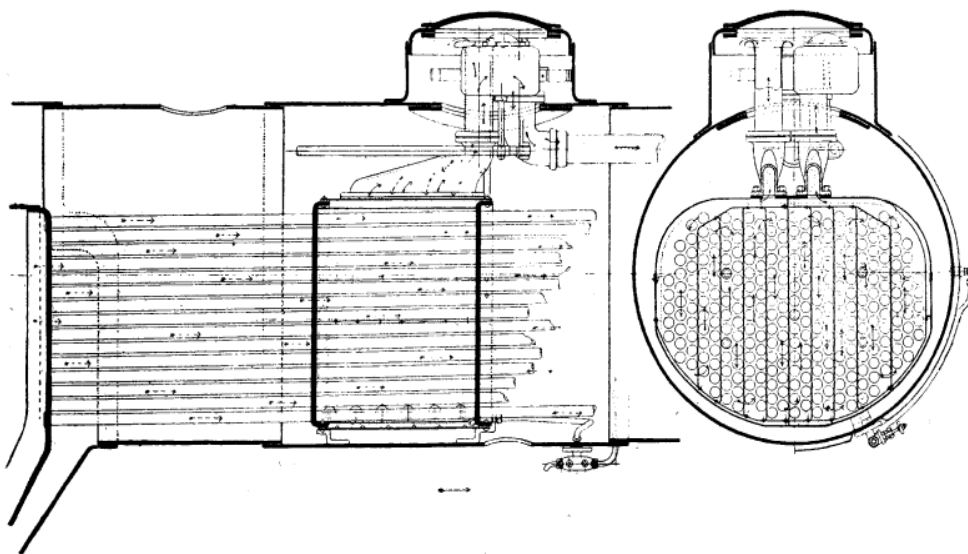


Fig. 8. — Surchauffeur Pielock.

en couples de 25 et 45 millimètres de diamètre. Les tubes à feu sont disposés de manière à permettre de les nettoyer facilement en passant un ringard entre eux.

Le type représenté par les figures 6 et 7 est caractérisé par l'emploi, dans chaque élément, d'un deuxième tube surchauffeur 68, de sorte que la vapeur de la chaudière, venant du tuyau 61, doit traverser successivement, de 62 *d* à 62 *c*, deux espaces annulaires : entre les tubes 67 et 68 *a*, puis entre 68 *a* et 69, et les trois tubes 68, 68 *a* et 69 sont excentrés dans le gros tube de surchauffe 67 de manière à y laisser, au bas, un espace suffisant pour éviter l'engorgement par les cendres. Chaque élément est supporté dans 67 par un étrier 69 *b* (1).

D'après les résultats obtenus sur le *Caledonian* avec une cinquantaine de loco-

(1) Brevet américain *Cole et Catley* 795260 de 1903.

tives à surchauffeurs Schmidt et Cincinnati, la surchauffe n'entraîne pas de difficulté de graissage jusqu'à des températures de 315°; l'entretien des surchauffeurs est des moins onéreux du moins depuis trois années de service. On peut compter sur une économie de combustible d'environ 10 p. 100, suffisante pour compenser largement le prix (5000 fr. par machine) et l'entretien du surchauffeur. En outre, l'emploi de la surchauffe pourrait permettre d'abaisser, sans diminution du rendement, la pression de 16 à 12 kilogrammes, ce qui diminuerait l'usure et l'entretien des chaudières. A la fin de 1905, le Canadian Pacific aura 106 locomotives à surchauffeurs (1).

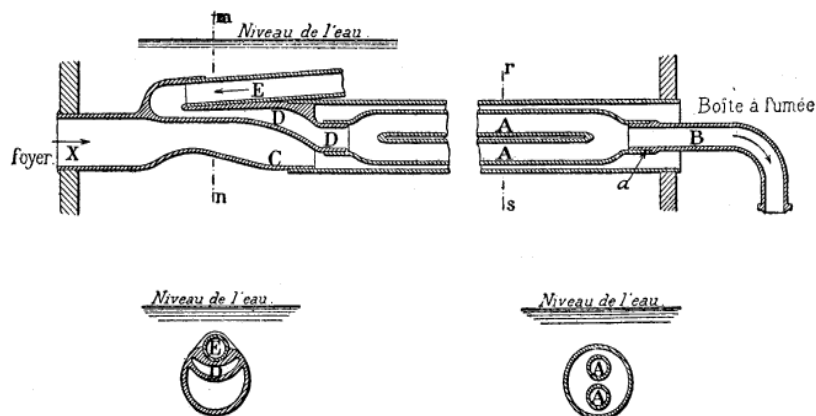


Fig. 9. — Surchauffeur Cockerill. AA, tubes surchauffeurs; B, raccord démontable amenant la vapeur surchauffée au collecteur; a, filetage du raccord B; C, passage des gaz chauds; D, passage de la vapeur; E, arrivée de la vapeur; X, arrivée des gaz chauds.

Le surchauffeur de *Pielock* représenté par la figure 8 est composé d'une simple caisse intercalée étanche sur une partie du faisceau tubulaire et pourvue de cloisons forçant la vapeur à la traverser en léchant les tubes suivant les flèches de cette figure. C'est une disposition très simple, permettant de régler la surchauffe par la longueur et la position de la caisse sur le faisceau tubulaire, et sans grande tendance à fuir, puisqu'elle est en équilibre de pression avec le reste de la chaudière; mais il se peut que les dilatations et vibrations des tubes y provoquent néanmoins des fuites difficiles à reconnaître et qu'elle rende très difficile le remplacement des tubes. Théoriquement, ce surchauffeur présente, en outre, l'avantage de ne pas diminuer le rendement de la chaudière même. C'est donc un appareil intéressant à signaler, bien que je ne connaisse encore le résultat d'aucun essai en service régulier.

Nous signalerons, avec les mêmes réserves, les surchauffeurs de *Notkin*, analogues au Cincinnati (2) et celui de Cockerill, dont le fonctionnement s'explique par la figure 9 et sa légende, et qui a pour but principal d'éviter le retour de la vapeur sur elle-même.

On voit que la question de l'application de la surchauffe aux locomotives préoccupe

(1) H. H. Vaughan, *The Use of superheated Steam on Locomotives*. Réunion de juin de l'American Railway Master Mechanica Association.

(2) *Portefeuille économique des machines*, mai 1905.

vivement les ingénieurs de chemins de fer, et ce avec raison, car cette application présente incontestablement l'avantage d'une économie de vapeur et de combustible, pouvant aller, dans certains cas, jusqu'à 20 et même 25 p. 100, avec une augmentation corrélative de la puissance de la locomotive. Reste la question de durée et de sûreté du surchauffeur, qu'une pratique longue et multiple pourra seule trancher définitivement; mais, sans préjuger de la décision de cette pratique, on peut déjà faire remarquer que le danger de brûler les surchauffeurs est, sur les locomotives, réduit au minimum parce que l'activité du foyer s'y proportionne automatiquement, grâce au tirage par échappement, à la dépense même de vapeur ou à l'activité du surchauffeur. Des registres, peut-être inutiles, permettraient, en outre, d'isoler le surchauffeur pendant les stationnements et pendant que l'on active le foyer au moyen du souffleur. L'application de la surchauffe se trouve ainsi, sur les locomotives, débarrassée d'une très grosse difficulté; on n'y risque ni de brûler le surchauffeur ni d'y porter la température de la vapeur à un point nuisible aux cylindres et à leur distribution.

RÉSISTANCE DE L'ACIER A DES EFFORTS SIMULTANÉS DE TRACTION ET DE TORSION
d'après M. Hancock (1)

Les essais de M. Hancock ont été exécutés, au laboratoire de l'Association américaine pour l'essai des matériaux, sur des barres d'acier rondes en torsion et traction simultanées; ils s'étendront ensuite à des barres et des tubes en torsion avec compression ou tension.

L'éprouvette (*specimen* fig. 1) était saisie, sur une machine à essayer ordinaire de 45 000 kilogrammes, par les mâchoires de deux chucks tournant sur des plateaux à billes, donc l'une était pourvue d'un levier sollicité à tourner par des poids l'attaquant au moyen d'une corde renvoyée par une poulie, et dont l'importance déterminait ainsi le moment de torsion exercé par le chuck sur l'éprouvette. Ces poids étaient constitués par du sable versé dans un récipient taré; on avait également taré le frottement très faible des billes pour les différentes charges de traction.

Les essais ont porté: ceux de la série (E) sur de l'acier à 3 p. 100 de nickel et ceux de la série (C) sur de l'acier au carbone. Ces aciers présentaient les compositions suivantes:

	Phosphore.	Manganèse.	Silicium.	Nickel.	Carbone.
Acier au nickel . . .	0,019	0,65	0,022	3,02	0,25 p. 100
Acier au carbone. . .	0,030	0,55	0,024	0	0,24 —

Dans chacune de ces séries, on employa trois éprouvettes de 0^m,90 de long et de 21^{mm},6 de diamètre, tournées, sur une longueur de 280 millimètres au milieu, à un diamètre de 12^{mm},7. La tension primitive de mise en charge était invariablement de 2^{kil},8 par millimètre carré, nécessaire pour serrer les mâchoires. L'une de ces éprouvettes, dans chacune des séries (EA) et (CA), fut essayée en torsion à un tiers de sa limite d'élasticité, et, sous cette torsion, tendue à sa limite d'élasticité. Une seconde éprouvette (EB) et (CB) fut essayée, de même, en torsion, aux 2/3 de son élasticité; les troisièmes éprouvettes (EC) et (EB) furent tordues à la limite d'élasticité, puis tendues, sous cette torsion, aussi à limite d'élasticité.

(1) *American Society for testing Materials*, Meeting d'Atlantic City, juin 1905 et *Engineering News*, 24 août, p. 209.

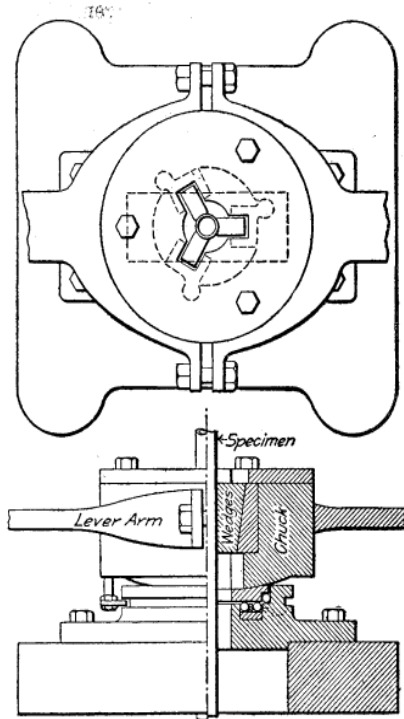
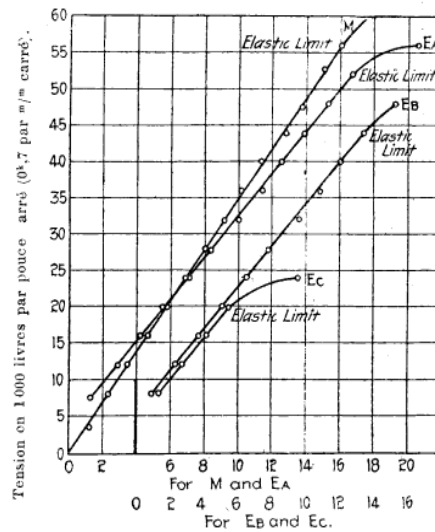


Fig. 1.



Allongement relatif en 0,001 de pouce.

Fig. 2.

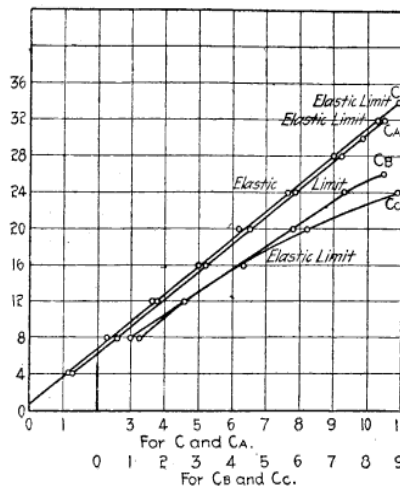


Fig. 3.

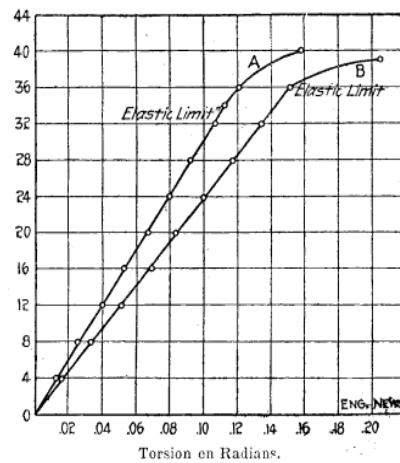


Fig. 4.

Les torsions étaient enregistrées par un troptomètre approprié et les allongements par extensomètre de Yale Riehle.

Le diagramme fig. 2 donne le résultat de ces essais pour l'acier au nickel. La courbe M, de simple traction, donne, pour la limite d'élasticité de tension 56 000 livres par pouce carré (40 kilogrammes par millimètre carré), les autres courbes EA, EB, EC, de torsion et traction combinées, dénotent des abaissements de la limite d'élasticité correspondants de 7 p. 100 en EA, 21 p. 100 en EB, et 63 p. 100 en EC, avec traction sur éprouvette tordue à sa limite d'élasticité.

Le diagramme fig. 3 donne les résultats de l'acier au carbone, dont la limite d'élasticité de tension était (courbe C) de 24 kilogrammes seulement par millimètre carré; ils dénotent des abaissements de la limite d'élasticité de 6, de 30 et de 54 p. 100, pour les courbes de traction et torsion combinées CA, CB, CC, avec un abaissement considérable du module d'élasticité en CB et CC.

Les courbes du diagramme fig. 4 relatives à l'acier au nickel donnent les efforts par en 1000 livres par pouce carré ($0^k,7$ par millimètre carré) et en abscisses les torsions correspondantes en radians ($180^\circ 4$, ou 0 tour, 16) sans aucun effort de traction, courbe B, et courbe C, avec la tension de départ de 4 000 livres par pouce carré ($2^{ku},8$ par millimètre carré) et montrent l'abaissement de la limite d'élasticité qui en résulte.

Lorsque ces essais seront plus avancés et multipliés, on pourra en comparer utilement les résultats à ceux fournis par les formules usuelles de la résistance combinée; mais, telles quelles, elles indiquent nettement un affaiblissement notable de la résistance du métal par l'application simultanée de la torsion et de la traction.

APPAREILS POUR PESER ET MÉLANGER LES SUBSTANCES PULVÉRULENTES de *M. E. N. Trumpf* (1)

Parmi les principaux dispositifs employés pour le pesage et le mélange continus des substances pulvérulentes ou concassées, on peut citer les convoyeurs à vis, les plans à secousses, les poches tournantes, les laminoirs broyeurs, les tables à secousses et les tables tournantes; ceux qui donnent, en principe, les résultats les plus exacts sont les tables tournantes alimentées par une trémie centrale; elles sont très employées dans les fabriques de ciment. Leur principal défaut est la variation du talus naturel des substances avec la pénétration du couteau racleur, comme l'indique la figure 1. Avec une table assez grande et une distribution uniforme de la matière à sa surface, comme en fig. 2, on peut incliner le couteau de manière à lui faire enlever à chaque tour une quantité donnée de matière, presque inaltérée par cette variation du talus naturel si la couche de matière est suffisamment mince, surtout si l'on surmonte la table, comme en fig. 3, d'un cylindre d'alimentation de diamètre tel, et assez près de la table, pour que la matière s'en écoule sous cette pente naturelle qui ne varie guère, d'ailleurs, avec la matière dans le cylindre. L'inclinaison ou la pénétration et le débit du couteau se règlent au taux voulu par une vis micrométrique (fig. 4).

Ce dispositif convient à presque toutes les substances pulvérulentes, depuis les poudres les plus fines jusqu'à des galets de 150 millimètres de côté, et dans ce cas, la hauteur du cylindre au-dessus de la table doit être notablement supérieure à l'épaisseur du couteau afin de laisser passer sans coincement les morceaux les plus gros;

(1) *American Society of mechanical Engineers et Engineering*, 22 septembre, p. 393.

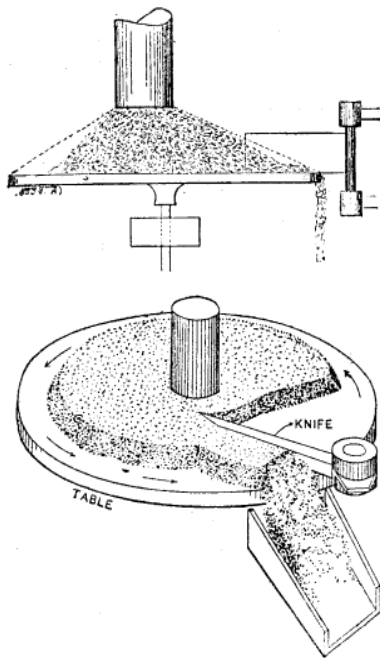


Fig. 1 et 2.

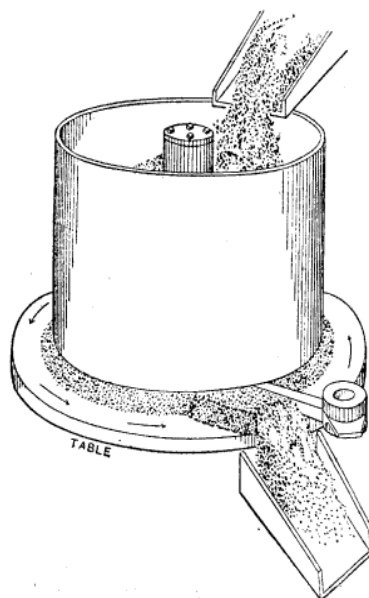


Fig. 3.

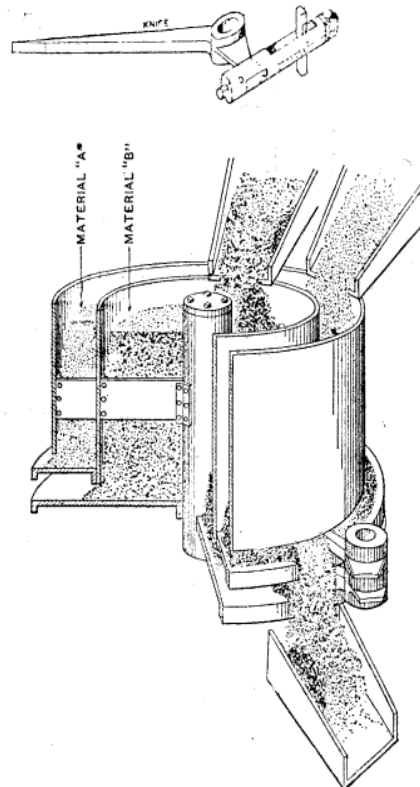


Fig. 4 et 5.

c'est de cette hauteur seule que dépend le débit de l'appareil. Comme exemple, avec une table de 3^m,60 de diamètre et des galets de 150 millimètres de côté, au taux d'en-

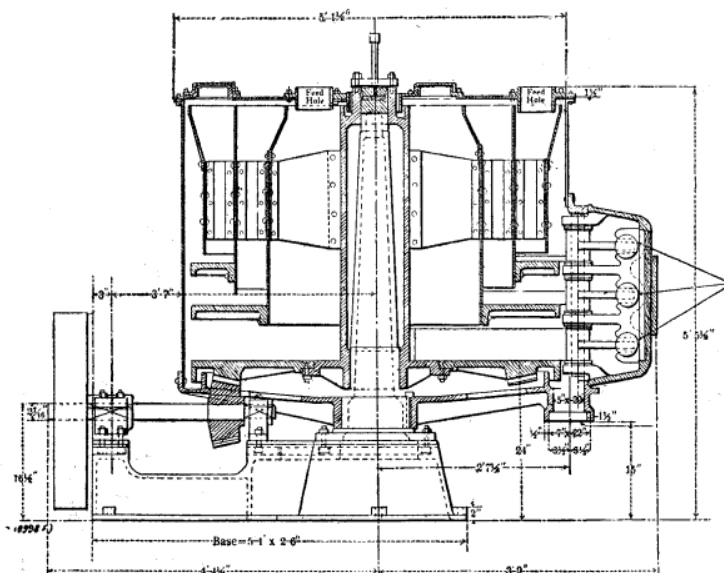


Fig. 6. — Mesureur *Trumpf* triple de 1^m,50.

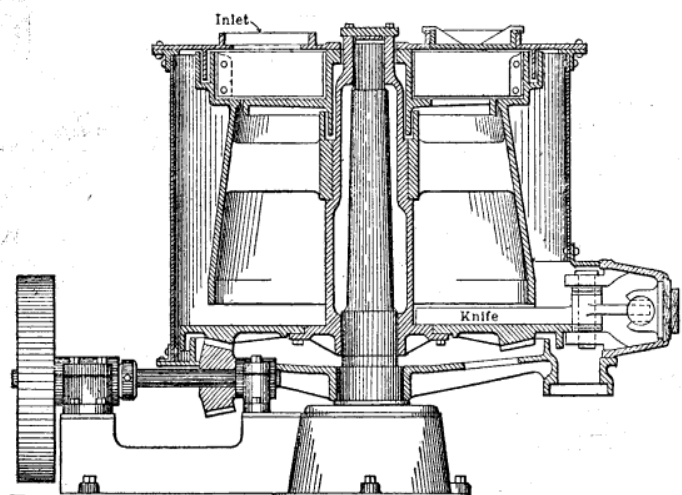


Fig. 7. — Mesureur *Trumpf* simple pour poussières.

viron 2 700 kilogrammes par tour, ce débit ne variait guère en moyenne que d'environ 1 p. 100 : 0, 5 p. 100 en dix tours et, au plus, de 2,5 p. 100 en un tour. Ces varia-

tions sont encore bien moindres avec des matières pulvérulentes fines. Avec une

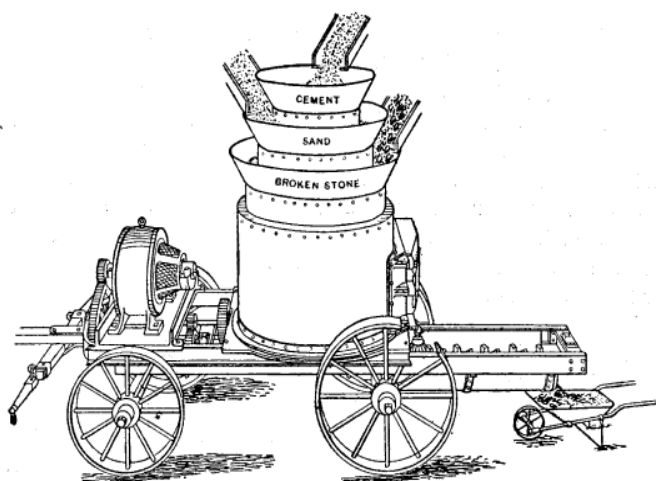


Fig. 8. — Bétonnière *Trumf*.

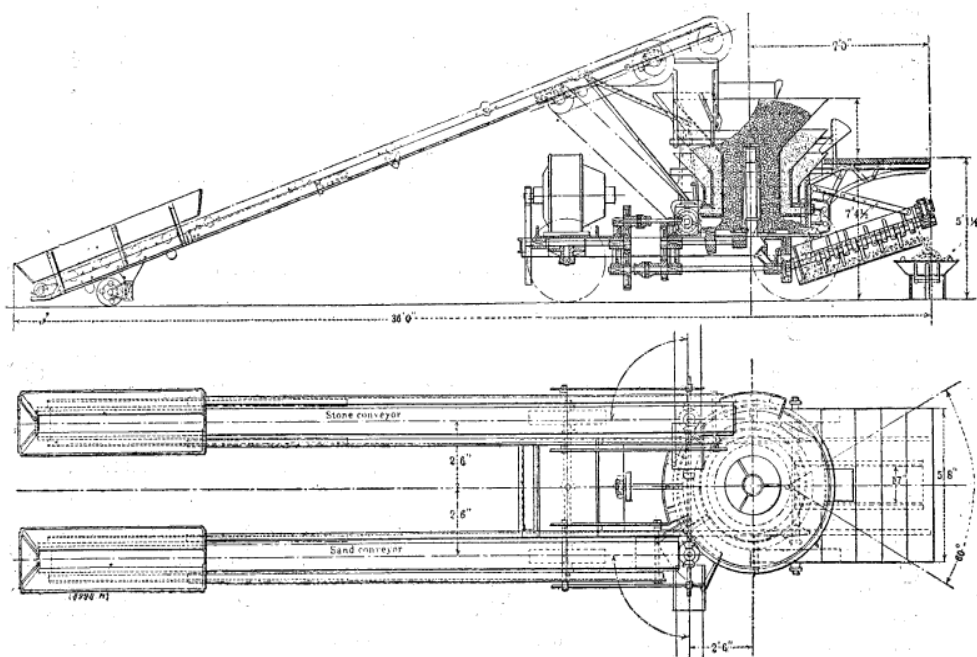


Fig. 9. — Bétonnière *Trumf*.

table de 2 mètres de diamètre, à cylindre alimenteur de 0^m,90 de haut, la variation

mensuelle du débit, pour un passage de 400 tonnes, ne dépassa guère une cinquantaine de kilogrammes.

La figure 5 indique comment on peut arriver à mélanger intimement deux substances pulvérulentes A" et B" en les faisant débiter dans un même bec par deux tables superposées entraînées par un même axe, et avec couteaux indépendants permettant de régler à volonté la composition du mélange. Les becs qui alimentent les cylindres de ces tables sont réglés par l'obstruction même de leurs matières de manière qu'ils les maintiennent à niveau constant dans les cylindres, et on peut les remplacer par des trémies que l'on charge à des intervalles réguliers, car une variation même de 50 p. 100 du volume de matière des cylindres n'a guère d'influence sur le débit des couteaux. La figure 6 représente une de ces machines de 1^m,50 de diamètre et à trois tables, pour le mélange de trois substances.

Avec les substances très fines ayant tendance soit à s'agglutiner soit à couler comme de l'eau, il convient de compléter les trémies qui alimentent les cylindres par un mécanisme régulateur de leur écoulement tel que la palette de la figure 7.

Les applications de ces machines sont des plus variées et, parmi ces applications, l'une des mieux indiquées est la fabrication de béton composé d'un mélange de ciment, de sable et de pierres concassées qui doit être le plus homogène possible. Les figures 8 et 9 se rapportent à cette dernière application.

Le mélangeur (fig. 8) peut traiter environ 38 mètres cubes de béton par heure; il débite le béton, avec un arrosage d'eau dans un malaxeur à vis qui les incorpore intimement à l'eau; la puissance exigée, fournie par une dynamo, est d'environ 10 chevaux.

La capacité du type (fig. 9) n'est que de 22 mètres cubes par heure; il est alimenté par deux convoyeurs à courroies; l'un pour le sable, l'autre pour la pierre, et sa vis malaxeuse peut pivoter et s'incliner de manière à en faciliter le débit dans les brouettes ou sur les travaux à pied d'œuvre.

Ces machines ont permis d'abaisser notablement le prix de la fabrication du béton: jusqu'à 0 fr. 80 le mètre cube, non compris le prix de la matière première.

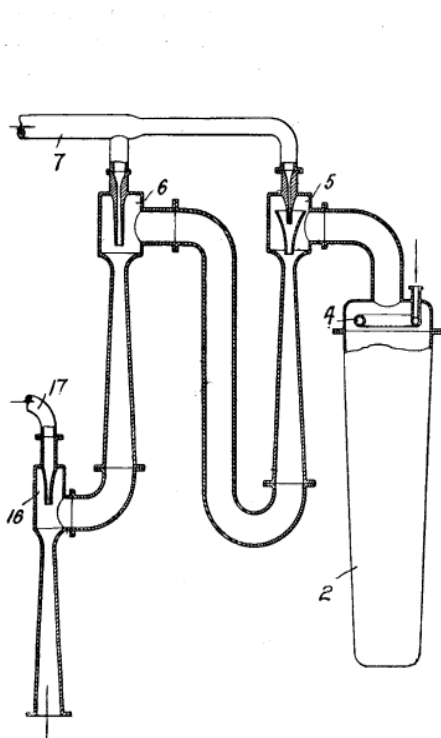
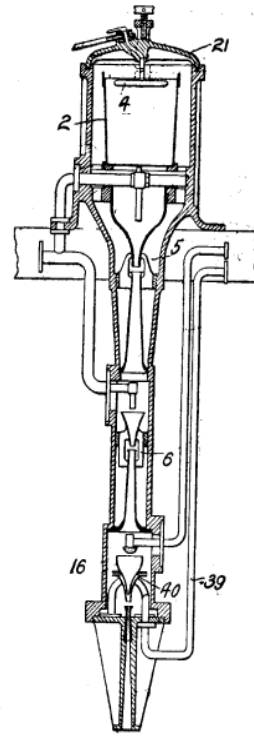
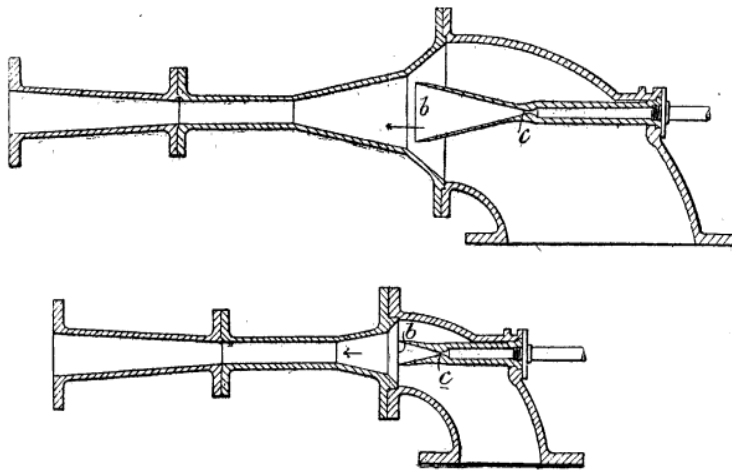
MACHINES FRIGORIFIQUES A VIDE de MM. Maurice Leblanc et C. A. Parsons.

Ces deux machines sont fondées sur le principe bien connu du refroidissement d'un liquide par sa chaleur de vaporisation dans le vide; c'est le principe des machines à acide sulfurique de Carré, mais, ici, le vide est entretenu, non par une pompe, mais par des éjecteurs à vapeur qui refoulent les vapeurs aspirées dans un condenseur.

Dans le type de machine *Leblanc* représenté par la figure 1, les deux éjecteurs en série 5 et 6, alimentés par la même conduite de vapeur 7, aspirent dans le mouleau 2, et refoulent au troisième éjecteur 16, qui reçoit, en 17, un jet d'eau de condensation. L'eau à congeler arrive en pluie par le tuyau d'arrosage 4.

En figure 2, le mouleau 2 est sous un autoclave 21, et les deux éjecteurs en série 5 et 6 débouchent dans le condenseur 16, à injection d'eau 37, complétée par une injection auxiliaire, en 39-40, d'eau qui achève l'entraînement des produits de la condensation.

Les éjecteurs de la machine de *Parsons* ont la forme indiquée en fig. 3 et 4. La vapeur y débouche par un ajutage c, beaucoup plus petit que la sortie b de son cône,

Fig. 1. — Machine frigorifique *Leblanc*.Fig. 2. — Machine frigorifique *Leblanc*.Fig. 3 et 4. — Éjecteurs *Parsons*.

d'autant plus petit que l'on veut un vide plus élevé, jusqu'à 250 fois plus petit. En figure 5, l'éjecteur p aspire dans un bac à liquide incongelable o , et refoule dans un condenseur à surfaces j , où le vide, fait par une pompe à vide k , est intensifié, comme pour les turbines à vapeur, par un petit condenseur auxiliaire 4, avec éjecteur a , aspirant au bas du condenseur j . Une pompe S fait circuler le liquide incongelable de o

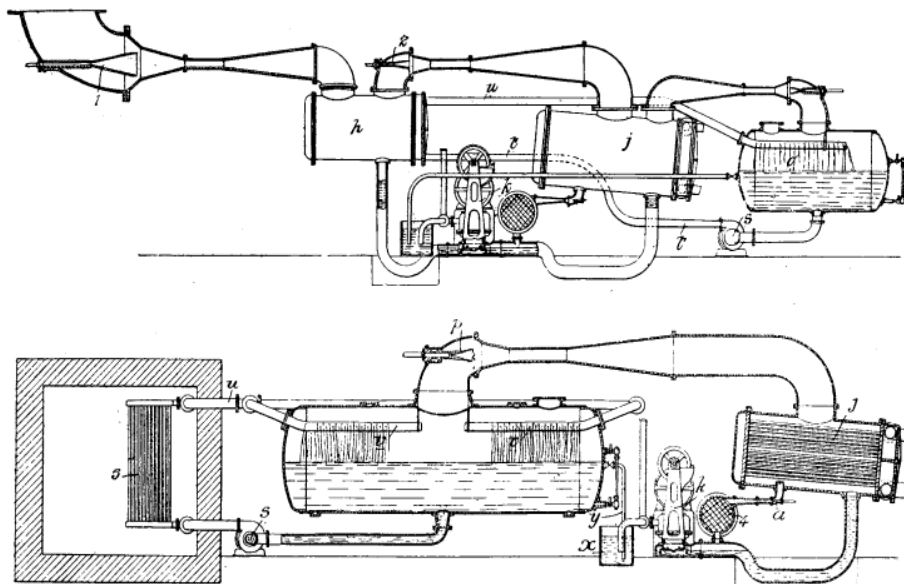


Fig. 5 et 6.

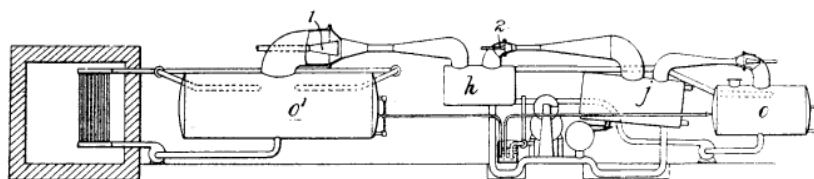


Fig. 7.

Fig. 5, 6 et 7. — Machines frigorifiques Parsons.

dans le réfrigérant s , d'où il revient à o par v . Le tuyau y , qui plonge dans la bache x , permet de récupérer les pertes de o .

En fig. 6, la chambre où l'on veut déterminer un vide très élevé, jusqu'à 1 demi-millimètre de mercure, est en relation avec l'éjecteur à grand cône l , qui en envoie les vapeurs dans le condenseur h , relié à la pompe à air k , et aussi au condenseur j , par l'éjecteur 2, qui y envoie la vapeur non condensée en h , et les tubes de h sont refroidis par la circulation Suv de o .

En figure 7, l'éjecteur l , du type figure 3, aspire en o' les vapeurs d'un liquide de congélation très bas, où il détermine un abaissement de température correspondant.

FABRICATION DES DOUILLES DE CARTOUCHES POUR CANONS RAPIDES
d'après M. le colonel *L. Cubillo* et *M. A. P. Head* (1).

Les douilles métalliques des charges de canons rapides sont solidaires de leur projectiles jusqu'à des diamètres de 76 millimètres, et séparées de 76 à 150 millimètres, diamètre à partir duquel les canons cessent d'appartenir au type rapide proprement dit, et où les charges sont renfermées, séparées de leurs amorces et de leurs projec-

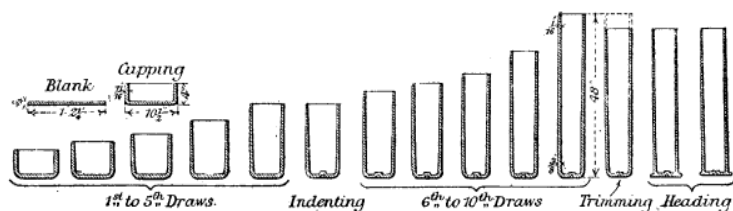


Fig. 1 à 8. — Diagramme des opérations successives de la fabrication des douilles de 76 et 150 millimètres de diamètre.

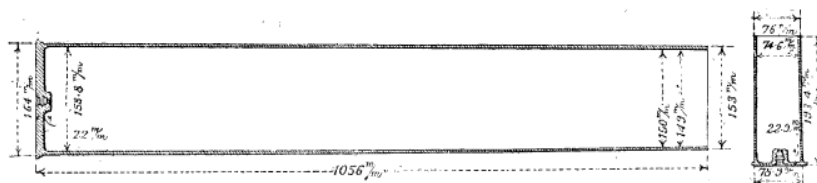


Fig. 9 et 10. — Cartouche de 150 millimètres terminée.

tiles, dans des gargousses en toile, plus légères et qu'il faut, pour des raisons de sécurité, emmagasiner séparément de leurs amorces. L'objet de ce mémoire est la

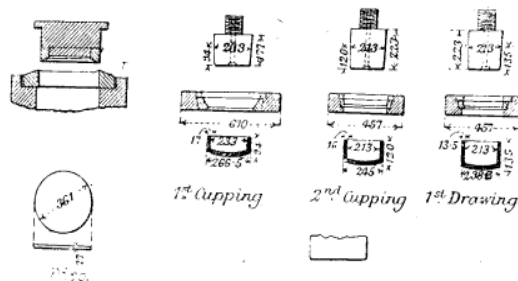


Fig. 11. — Découpage d'un flan. Emboutissages et 1^{er} étirage.

description de l'usine installée par MM. Cubillo et Head, en 1900, dans l'arsenal royal de Trubia (Espagne) pour la fabrication des douilles de canons rapides de 76 et 150 millimètres de diamètre.

(1) *Institution of mechanical Engineers*, London, 20 octobre et *Engineering*, 27 octobre, p. 569.

Ces douilles sont en laiton à 67 p. 100 de cuivre et 33 p. 100 de zinc, avec une tolérance de 5 p. 100 de part et d'autre du titre exact. Son point de fusion est à 930°. Après recuit, sa résistance à la rupture par traction est de 31 kilogrammes par millimètre carré, avec allongement de 69 p. 100, striction de 29,4 p. 100 et une limite d'élasticité de 23,8 p. 100 seulement de cette charge de rupture. Mais des essais faits sur des éprouvettes découpées dans les douilles ont donné une résistance de rupture bien plus

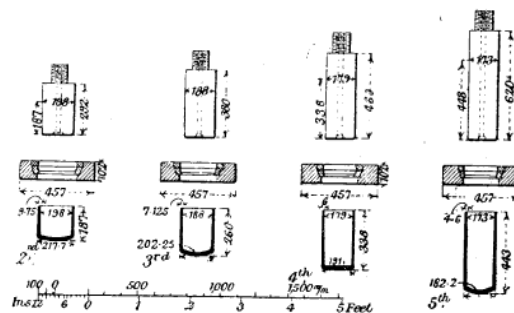


Fig. 12. — 2°, 3°, 4° et 5° étirages.

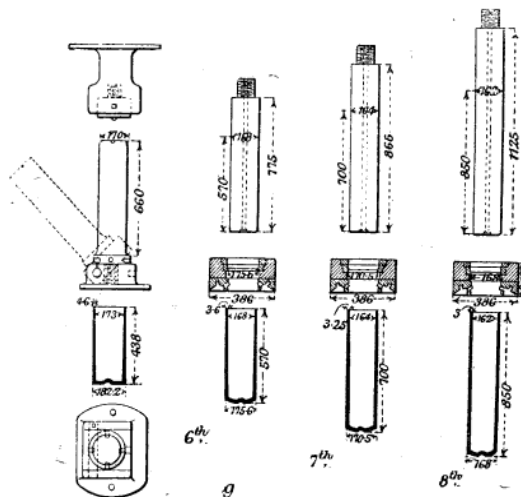


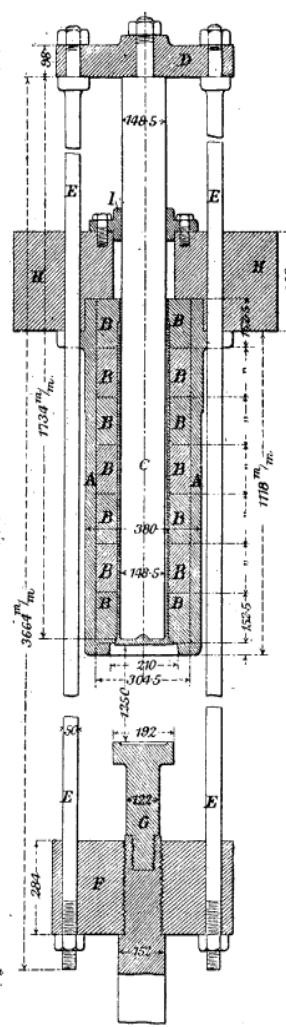
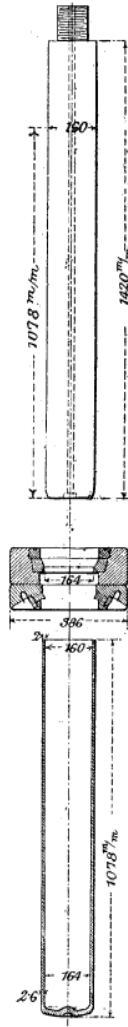
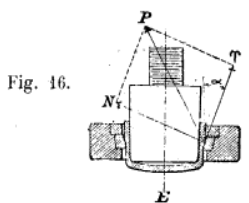
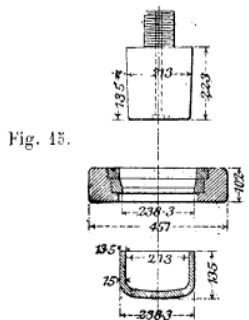
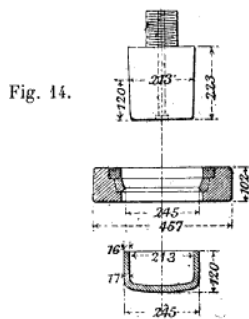
Fig. 13. — Entaillage, 6°, 7° et 8° découpages.

Fig. 11, 12 et 13. — Fabrication d'une douille de 150 millimètres.

élevée, presque double, avec un allongement réduit alors à 2 p. 100, une limite d'élasticité de 39 p. 100 plus grande que celle du métal recuit, peu différente de la nouvelle charge de rupture, avec un allongement égal à 29,6 seulement de celui du métal recuit.

La fabrication de ces douilles consiste (fig. 1 à 8) en une série d'étirages à froid (*Draws*) qui aigrissent le métal d'autant plus qu'ils sont plus prononcés, et il faut, d'un

étirage à l'autre, restituer au métal sa ductilité par des recuits aux environs de 630° avec un refroidissement dont la rapidité n'a pas d'influence sensible sur les qualités physiques du métal.



L'étirage des douilles se fait (fig. 16) par l'enfoncement d'un poinçon dans la douille placée sur une filière conique en acier, dont la réaction oblique P se décompose en deux : l'une normale, N , et l'autre T , tangente à la filière, de sorte que si l'on désigne par E la pression totale exercée par le poinçon sur le fond de la douille, on a,

à chaque instant, la relation $E = T \cos a = N \sin a$; pour $a = 90^\circ$, $E = N$, et $E = T$ pour $a = 0$; mais ces cas extrêmes ne se présentent jamais, l'écoulement du métal se fait toujours sous l'influence d'efforts de tension et de compression simultanés.

Le métal est acheté en forme de disques ou flans (fig. 1) avec la condition que tout le lot est refusé s'il se présente des criques sur 10 p. 100 des flans au premier emboutissage. Le métal doit, en éprouvettes de 160×28 millimètres, supporter une traction de 31 kilogrammes par millimètre carré, avec allongement de 37 p. 100.

La fabrication d'une douille de 150 millimètres de diamètre s'effectue comme il suit, en partant (fig. 11 à 13) d'un disque de 361×17 millimètres, avec une tolérance de $0^{\text{mm}},5$ en plus ou en moins sur l'épaisseur; poids 15 kilogrammes; actuellement, on achète ces disques tout découpés, mais on se propose de les découper plus tard dans des bandes de laiton avec une presse de 1 000 tonnes et le poinçon indiqué à gauche de la figure 11.

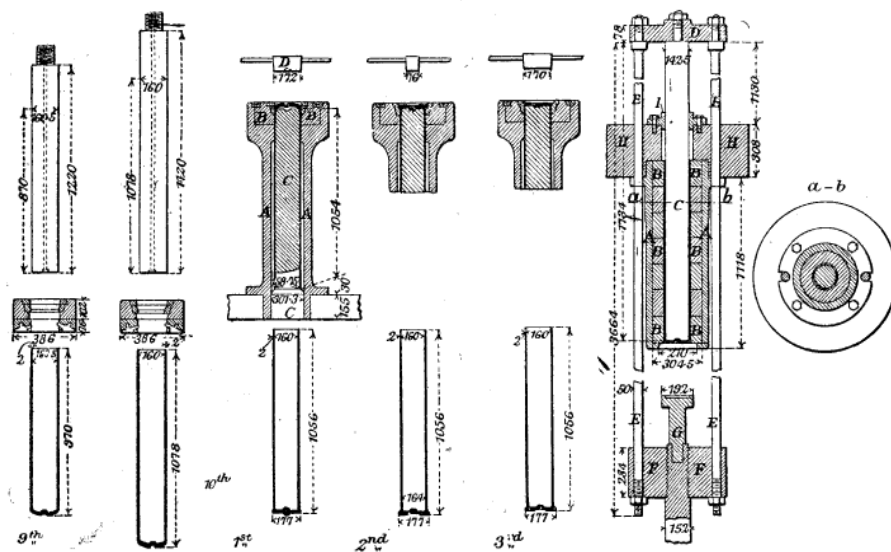


Fig. 19. — 9^e et 10^e étirages. Fig. 20. — 1^{re}, 2^e et 3^e refoulements. Fig. 21. — Calibrage.

Le premier emboutissage (*cupping* fig. 2) se fait en deux temps, par les poinçons et matrices indiqués en figure 11, avec poinçons centrés exactement et de course juste nécessaire pour expulser les emboutis de leurs matrices; le tout bien graissé. La pression de l'eau dans le cylindre du poinçon ne dépasse pas 70 kilos. Après le premier emboutissage, la pièce est recuite à 740° pendant 28 minutes et nettoyée par immersion pendant 8 à 15 minutes, dans une dissolution d'acide sulfurique de 1 à 4 p. 100. Le second emboutissage se fait de même par le poinçon figure 14, exigeant une pression d'eau de 80 kilogrammes, et est suivi d'un recuit de 20 minutes à 650°. Le moindre défaut du métal se manifeste par des criques pendant ces opérations.

Le premier étirage se fait par le poinçon figure 15, avec pression de 90 kilogrammes et est suivi d'un recuit à 650° pendant 28 minutes. Les second et troisième étirages

se font par les poinçons figure 12, avec des pressions respectives de 95 et 92 kilogrammes, et sont suivis de recuits à 630° pendant 25 minutes.

Avant le quatrième étirage, le fond de la pièce est aplati par un poinçon plat sur

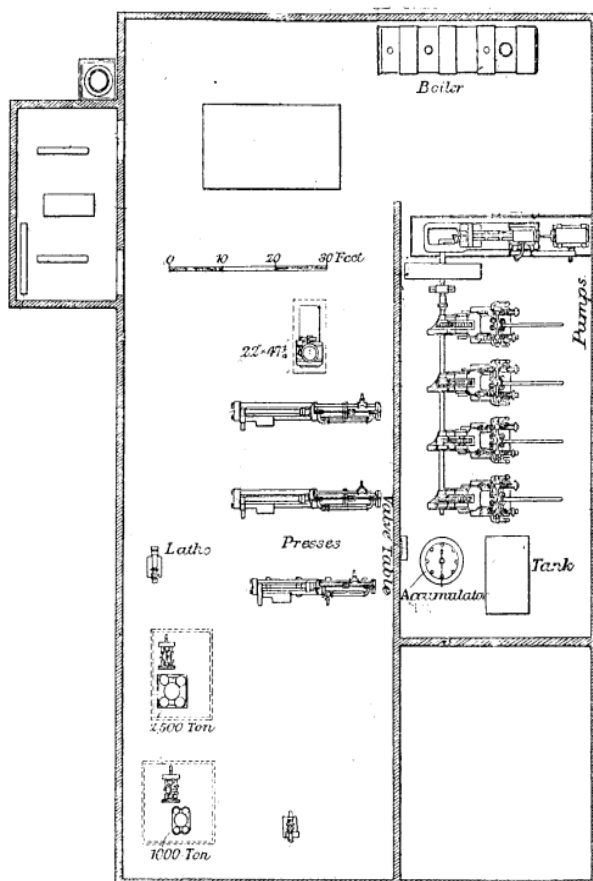


Fig. 22. — Plan de l'atelier de Trubia.

une enclume en acier, posé sur la matrice, puis le quatrième étirage se fait par le poinçon figure 12, sous une pression de 70 kilos, et est suivi d'un recuit à 630° pendant 22 minutes.

Le cinquième étirage est le dernier effectué à la presse verticale, par le poinçon figure 12, sous une pression de 50 kilos ; il est suivi d'un recuit à 630° pendant 20 minutes.

L'entaillage pour le logement de l'amorce se fait sous la presse verticale de 1 000 tonnes, avec la douille enfilée sur un poinçon inférieur articulé (fig. 13), avec un creux correspondant à l'entaille, et que l'on monte sous un poinçon avec téton corres-

pendant à ce creux; la pression totale exercée est de 314 tonnes, avec une pression d'eau de 175 kilogrammes; cette opération n'est pas suivie d'un recuit.

Le sixième étirage se fait sur une presse horizontale, ainsi que les suivants, avec les outils figure 13 et des extracteurs à griffes sous la matrice, nécessaires pour l'enlèvement des douilles de leurs poinçons. Les sixième, septième et huitième emboutissages sont suivis de recuits à 630 et 600° pendant 18, 15 et 14 minutes; les neuvième et dixième étirages se font par les outils figure 17 et 18, avec recuit à 570°, pendant 14 minutes, pour le neuvième étirage seulement.

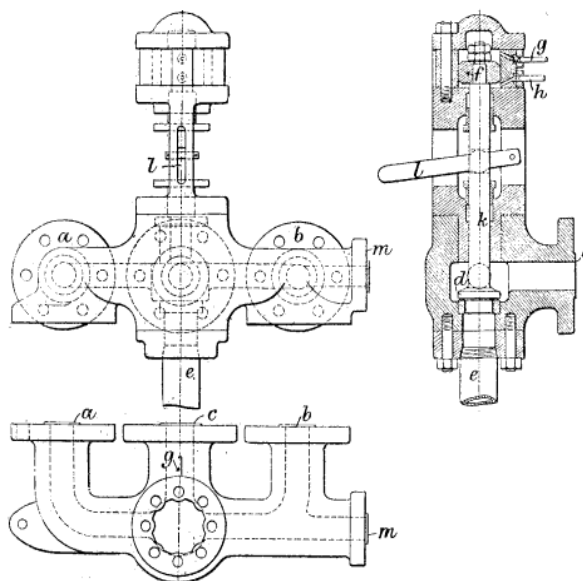


Fig. 23.

Le fond ou culot de la cartouche subit, du fait de l'explosion de sa charge, des pressions d'environ 27 kilogrammes par millimètre carré, allant, avec les charges d'épreuve, jusqu'à 30 kilogrammes, de sorte qu'il faut fabriquer ces culots avec le plus grand soin, car ils ne doivent pas se déformer au tir. Il faut, pendant la fabrication, les soumettre à des pressions deux à trois fois plus grandes que celles du tir. La formation de ce culot se fait sous la presse verticale de 2 500 tonnes, en trois opérations.

La première opération se fait par les outils de la figure 19, avec la douille enfilée sur un poinçon en acier C, pouvant supporter une pression de 1 650 tonnes, et le fond refoulé par D, entre ce poinçon et la matrice E, sertie dans l'enclume en fer fondu AA. La seconde opération se fait de même, mais avec un petit poinçon D, de 76 millimètres de diamètre au lieu de 112, et une pression de 600 tonnes. La troisième opération se fait sous une pression de 1 650 tonnes, avec un poinçon plat de 170 millimètres de diamètre.

Le mandrinage, destiné à donner à la douille sa forme conique finale, exactement correspondante à celle de la chambre du canon, se fait sur la presse horizontale pour-

vue, à cet effet, d'un cylindre en fonte A (fig. 21), attaché à son croisillon fixe H, et garni d'anneaux BBBB, en acier trempé, de profil intérieur reproduisant celui de la chambre du canon. La douille, placée sur l'enclume G du croisillon mobile F, est poussée dans B et, au retour, extraite de B par l'extracteur C, guidé en I, et tiré par EF. Ce mandrinage se fait en deux opérations. On commence par recuire la douille

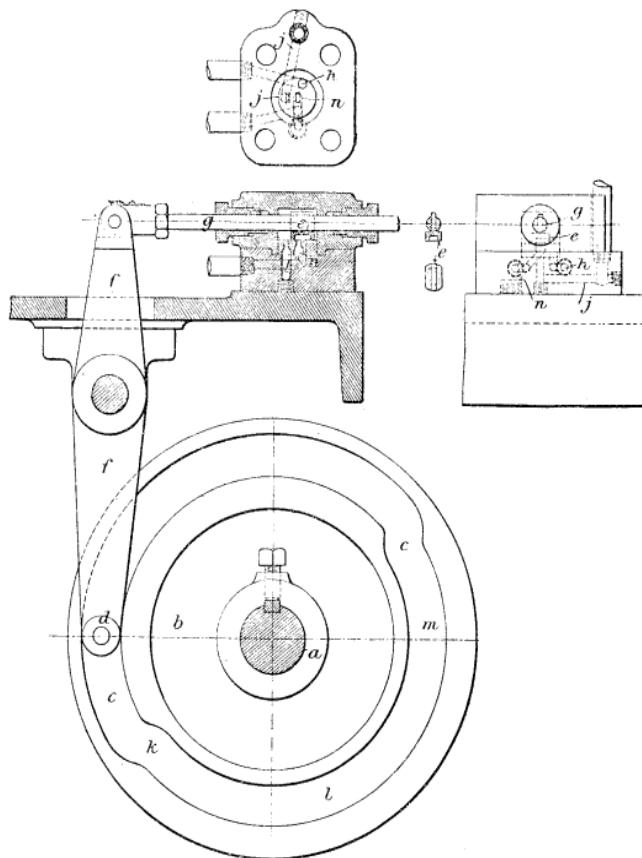


Fig. 21.

à 560° dans un petit four vertical (fig. 47 et 48) en ayant soin de laisser la tête à l'air hors du four, puis on la mandrine sur la moitié de sa longueur, en l'extrayant au moyen d'une rallonge en bois de l'extracteur C; on recuit de nouveau la douille au four vertical, à 500°, et on termine son mandrinage.

Le reste des opérations, tournage de la tête, affranchissement de la douille à la longueur exacte, se fait par des machines-outils ordinaires, avec calibrage vérifiant à chaque instant l'exactitude des dimensions.

L'atelier comprend (fig. 22) quatre pompes de pression, un accumulateur, une presse d'étrépage verticale et quatre horizontales, une presse verticale de 1000 tonnes et

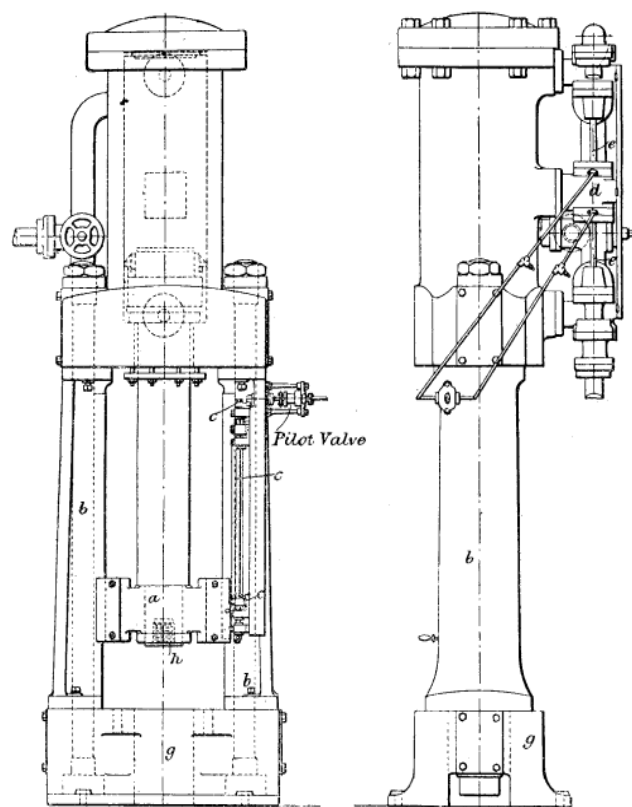


Fig. 25 et 26. — Presse étireuse verticale.

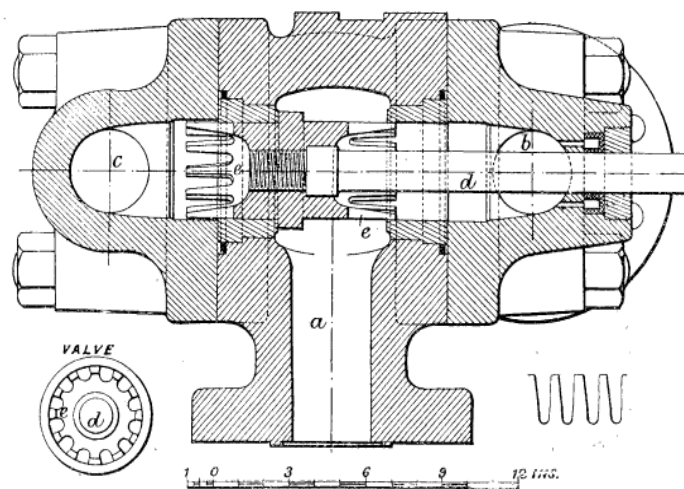
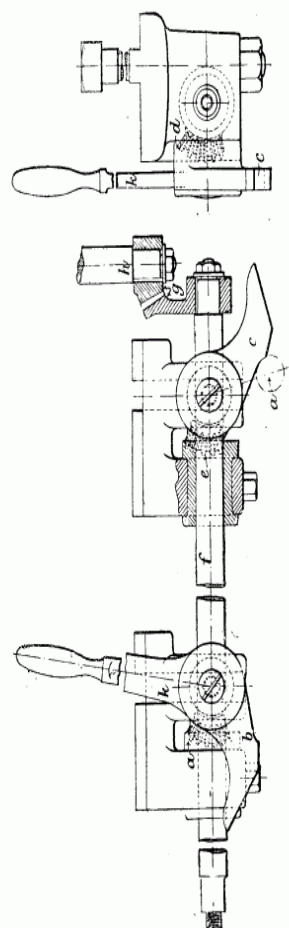
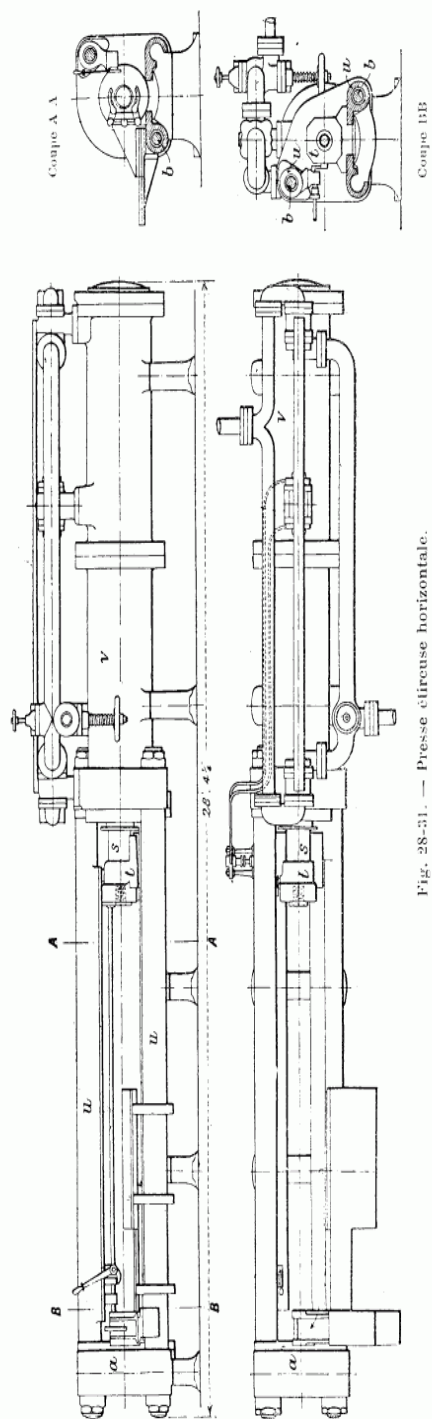


Fig. 27.



une de 2 500 pour le découpage, l'entaillage et la formation des culots, des fours à recuire, des bacs à décaper et deux tours. La chaudière, est du type Lancashire, timbrée à 9 kilos; la machine à vapeur est une Galloway de 550 chevaux compound à 70 tours.

Chacune des pompes doubles est à 4 plongeurs de 120×300 de course, en paires sur manivelles à 90° , l'une aspirant pendant que l'autre refoule. Les plongeurs de chaque paire refoulent à l'accumulateur par *abc* (fig. 23) tant que la soupape *d* est fermée, et à l'aspiration, par *e*, quand *d* est ouverte. Cette soupape est commandée par

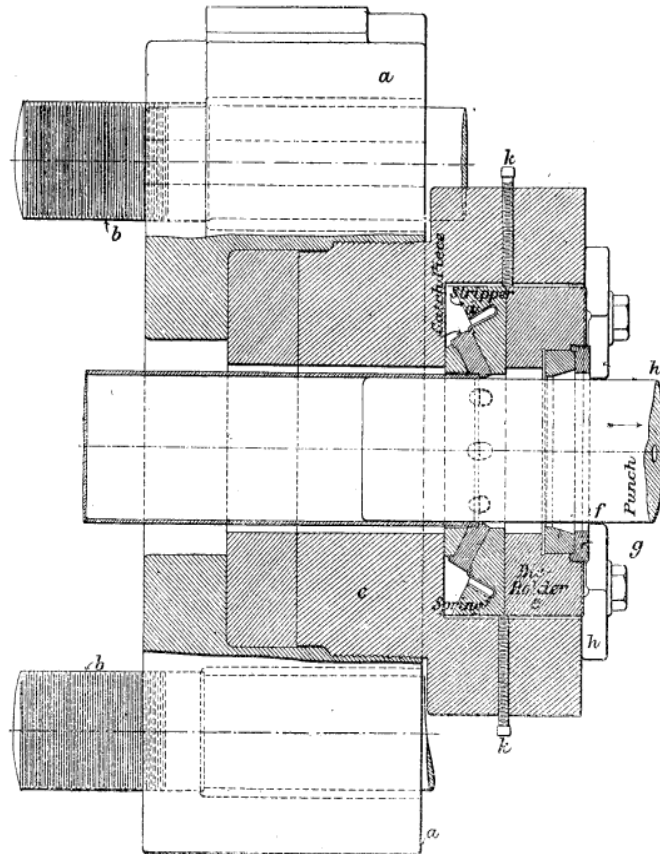


Fig. 34. — Détail d'un extracteur *d*.

un piston *f*, ordinairement pressé par l'eau sous pression admise à la fois sur ses deux faces par *g* et *h*, et, à mesure que l'accumulateur monte, il ouvre à l'échappement les tuyaux *g* des différentes pompes, de manière à les couper successivement du refoulement. On peut aussi commander *f* à la main par le levier *l*. En *m*, se trouve une soupape de sûreté qui se lève dès que la pression dépasse notablement 70 kilos.

La commande de la distribution *gh* par l'accumulateur est représentée en figure 24, au moyen d'un arbre *a*, que l'accumulateur fait lentement tourner par une transmission

à chaîne et qui, par ses huit cames *b* et le renvoi *d/g*, commande autant de tiroirs *e*. Lorsque l'accumulateur monte, la partie *klm* de ces cames ramène à gauche le tiroir *e*, de manière qu'il mette *ge* en communication avec l'échappement *n*. L'accumulateur, à piston de 355×6 mètres de course, est chargé de 54 tonnes de ferrailles, outre son poids propre de 15 tonnes, et est pourvu d'une valve de sûreté ralentissant forcément sa marche pendant les derniers 0^m,30 de sa descente.

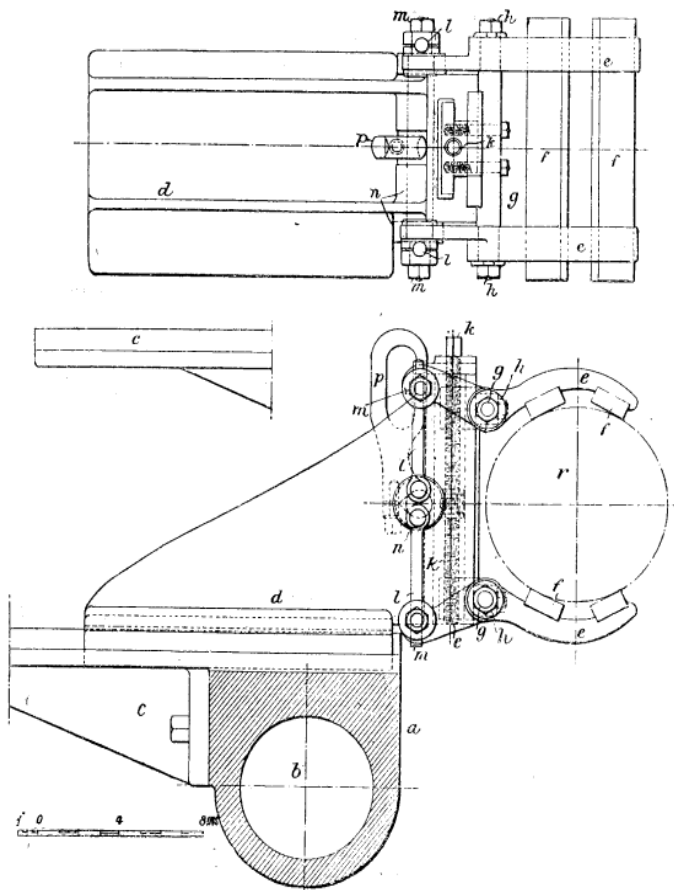


Fig. 35.

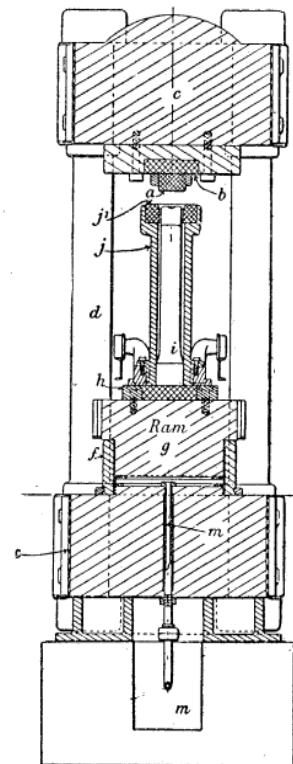


Fig. 36. — Presse à refouler de 2000 tonnes.

La presse verticale d'emboutissage et des cinq premiers étirages est (fig. 25) à cylindre de $560 \times 1^m,20$ de course, avec piston à tige de 355 millimètres, dont l'espace annulaire suffit au rappel, et tête *a*, guidée en *bb*. La distribution se fait par des valves, que manœuvre la tige *e* du cylindre hydraulique *d*. Chacune des valves de *d* se compose (fig. 27) de deux soupapes *ee*, que la transmission *c c* (fig. 26) commande par *d* (fig. 27) de manière à mettre chacune des extrémités de cylindre *d* en communication

tantôt avec l'eau sous pression, par *ba*, tantôt avec l'échappement par *ca*. L'enclume de la presse *g* reçoit les matrices et la tête *a* les poinçons en *h* (fig. 25).

Les presses horizontales, pour les petites douilles sont au nombre de trois, avec pistons de 460×3 mètres de course, 400×3 mètres, et $300 \times 2^m,45$, sous une pression de 70 kilogrammes; les figures 23-31 représentent celle de 460×3 mètres, avec cylindre *v*, à tiges *g* guidées en *tu*, enclume *a*, reliée à *v* par deux tirants en diagonale *b*. La

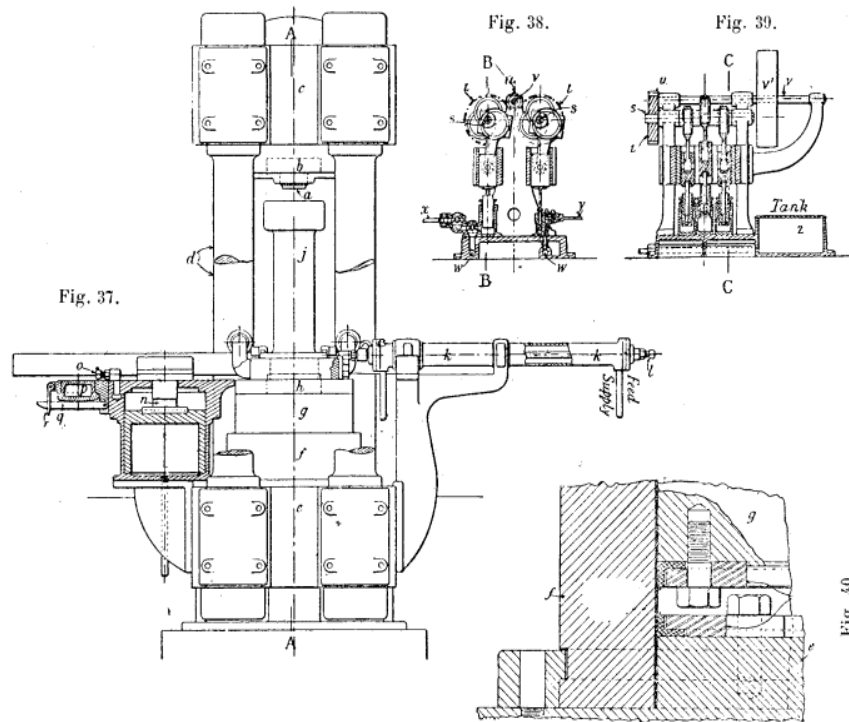


Fig. 37 à 40. — Presse à refouler de 2000 tonnes.

distribution est la même que celle de la presse verticale (fig. 25), avec commande, représentée en figure 32, par le toc *a* de *t*, qui, en repoussant les doigts *b* ou *c*, fait pivoter, par les pignons *e* ou *d*, dans un sens ou dans l'autre, l'arbre *f*, lequel commande, par *gh*, l'arbre *d* du distributeur (fig. 27). L'arbre *f* peut aussi se commander à la main par le levier *k*.

La figure 34 donne le détail de l'extracteur *d* et de la matrice ou filière *f*, maintenue sur son support *e* par l'écrou *g*, à serrage *hh*, fixé, comme *d*, par les vis de pression *k*.

Le centrage des douilles *r* (fig. 35) se fait par les quatre mâchoires *e*, à talons de bois *f*, pivotés sur les axes *g*, d'écartement réglé par la double vis *k*, et dont les autres extrémités se règlent sur les quatre tiges verticales *l*, auxquelles elles se fixent par les

écrous *m*, et qui sont articulées par paires aux excentriques *n*, que l'on tourne par le levier *p* de manière à serrer les mâchoires *ee*. Le tout est monté sur un chariot *d*, guidé en *c* sur *a*.

Les figures 36-40 représentent la presse à refouler les têtes de 2500 tonnes et sa pompe; le contre-poinçon *a* est fixé sur l'« entablement » *b c*, relié au cylindre de la presse par les colonnes *d e*; le cylindre *f* a 810 millimètres de diamètre; son piston *g*, de 230 millimètres de course, avec double garniture en cuir embouti (fig. 40), porte,

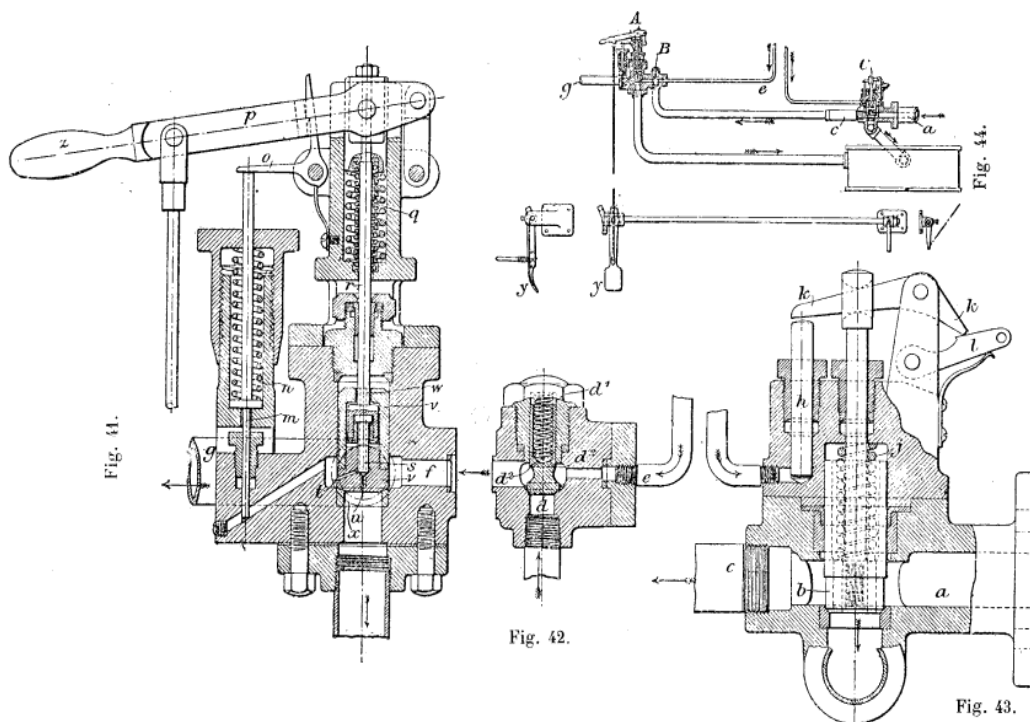


Fig. 41 à 44.

sur un plaque *h*, l'enclume *j*, avec matrice *j'*, et le support *i* de la douille. L'enclume *j* est montée dans un chariot à quatre roues sur rails, permettant de le retirer rapidement par le cylindre hydraulique *k*, de 125 millimètres de diamètre, à course exactement réglée par le toc *o*. Une fois la douille enfoncée sur *i* par un maillet en bois, on avance *j* sous *a*, où on le fixe par des chevilles; on soulève *g*, en y admettant, par *m*, à la fois les eaux de basse et de haute pressions, jusqu'à ce que *j* touche *a*, point à partir duquel l'eau de haute pression est, automatiquement, seule admise sous *g*. Après le refoulement de la douille, le chariot de *j* retombe sur sa voie et est poussé, par *k*, sur *o*, au droit de l'éjecteur *n*, de 150 millimètres de diamètre, qui sort de *j* et sa douille, que l'on enlève par une petite grue. Lorsqu'on veut enlever aussi *i*, on pousse le chariot

sur la plaque p , qu'on laisse tomber à terre en la déclanchant en pr . La pression, pour une douille de 150 millimètres, est de 1 700 tonnes.

La pompe compound (fig. 39) comprend six plongeurs de 130 millimètres de course, dont 3 à haute pression, de 22 millimètres de diamètre, et 3 de basse pression, de 100 millimètres, commandés par des excentriques de deux arbres s , à pignons t , en prise avec celui u de l'arbre central v , entraîné par l'embrayage d'une poulie v' , de 1^m,60, commandée à 200 tours par une dynamo. L'eau, prise au réservoir z par les tuyaux d'as-

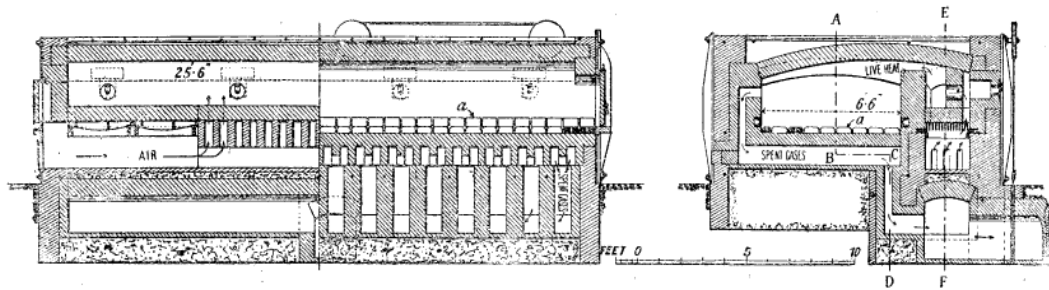


Fig. 45 et 46.

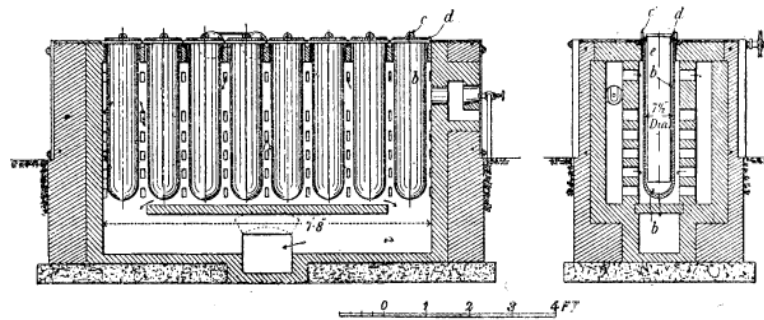


Fig. 47 et 48.

piration ww , est refoulée, par $x y$, aux trois valves automatiques représentées en fig. 41, 42 et 43. Le refoulement de basse pression arrive par a , autour de la dérivation Cb , alors fermée par son ressort j , et va, par c , à la soupape de retenue Bd (fig. 42), qu'elle soulève, malgré son ressort d^2 , aidée par l'eau du refoulement de haute pression qui arrive par ed^2 , et ces deux eaux passent, par fg , à la presse, dont elles soulèvent le piston au contact de la pièce avec le poinçon. A ce moment, la pression monte, et, dès qu'elle atteint 20 kilogrammes dans la presse, la tige h (fig. 43), constamment en communication avec le refoulement de haute pression, se lève, malgré le ressort j , et, par k , ouvre b , qui reste ensuite maintenu ouvert par l'enclanchement de k en l . Cette ouverture de b dérive le refoulement de basse pression au retour à l'aspiration des pompes, et la pression de haute pression sur d ferme cette soupape de manière à couper la communication entre les refoulements de haute et de basse pressions. La

presse n'est plus alors en communication qu'avec le refoulement de haute pression, et, lorsque cette pression a atteint une certaine limite, elle soulève la tige m , malgré son ressort n , de manière à déclencher de o le levier p , ce qui permet au ressort q de lever de $1/64$ de pouce ($0^{\text{mm}},4$) la soupape s . Cette ouverture dérive le refoulement de haute pression sur le réservoir des pompes, par t u , et laisse l'eau s'échapper graduellement de la presse. Quand la pression y est revenue presque au zéro, le ressort q ouvre v de manière que le refoulement de la pompe retourne librement au réservoir. En travail, la soupape v est fermement appuyée sur son siège par l'eau de haute pression admise sur sa face supérieure par les rainures w . L'opérateur abaisse alors la pédale y (fig. 44) qui renclanche le levier p et relâche k , de manière que les différentes pièces reprennent leurs positions primitives pour une nouvelle opération.

Les figures 45 et 46 représentent le four à réduire les douilles au cours de leur fabrication; il reçoit, par ses deux bouts, les douilles dans des caisses en fer; la sole a $7^{\text{m}},80 \times 2$ mètres de large, et est couverte de pièces de fonte a , facilitant la pose et l'enlèvement des caisses. On peut chauffer au charbon ou au pétrole.

Le four pour le recuit final comprend (fig. 47) une rangée de 8 pots de $1^{\text{m}},07 \times 190$ de large, avec œillets c pour les enlever et couvercles d , avec trous de différents diamètres o par lesquels on passe les douilles e à recuire. Le four, chauffé au pétrole, a $2^{\text{m}},34 \times 290 \times 1^{\text{m}},12$ de haut.

SUR LE TRAVAIL MÉCANIQUE FOURNI PAR LES MOULINS A VENT. Note de *M. Ringelmann* (1).

Pour les moulins à vent, à orientation et à réglages automatiques, employés en agriculture pour l'élévation des eaux, il est intéressant de connaître les coefficients qui relient le travail mécanique fourni, en pratique, par la roue du moulin à la vitesse du vent qu'elle reçoit.

Les chiffres suivants proviennent d'expériences effectuées à la station d'essais de machines, pendant près de deux ans, sur un moulin de $3^{\text{m}},60$ de diamètre, à 72 ailes de $1^{\text{m}},30$ de longueur, ayant une surface de voilure de $9^{\text{m}},39$. Les essais ont été effectués en abandonnant le moulin à lui-même par tous les temps; le moulin actionnait une pompe; des enregistreurs automatiques notaient à chaque instant la vitesse du vent, le nombre de tours de la roue et par suite le travail du moulin.

Voici les principaux résultats constatés :

Le moulin travaille régulièrement par des vents dont la vitesse est comprise entre 4 mètres et 10 mètres par seconde; lorsque la vitesse du vent dépasse 10 mètres par seconde, le moulin fuit automatiquement la tempête et s'arrête.

Dans nos essais le moulin fonctionnait à charge constante et 1 tour de roue nécessitait un travail mécanique de 43 kilogrammètres.

Le rendement mécanique du moulin, de la transmission et de la pompe, était de 0,344.

Si l'on désigne par :

v la vitesse à la circonférence de la roue, en mètres par seconde;

V la vitesse du vent, en mètres par seconde;

on a la relation suivante :

$$(1) \quad v = n V,$$

et, dans nos essais, n varie de 0,75 à 0,88.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 30 octobre 1905.

D'autre part, si T est le travail mécanique, en kilogrammètres par seconde, que peut fournir un vent animé d'une vitesse V , exprimée en mètres par seconde, agissant sur une surface A (projection des ailes), exprimée en mètres carrés, K étant un coefficient, on a

$$(2) \quad T = KAV^3.$$

Lorsque la charge du moulin reste constante, comme dans la plupart des applications et dans nos essais (43 kilogrammètres par tour), le coefficient K diminue à mesure que la vitesse du vent augmente (la vitesse de la roue s'accroît en diminuant l'action du vent sur les ailes, ainsi qu'on peut le constater par un tracé graphique).

Le tableau suivant résume les moyennes de quelques résultats de nos expériences :

V. Mètres.	c. Tonnes.	d. Litres.	n.	K.
4,08	1 063	1 363	0,817	0,0198
4,64	1 233	1 813	0,834	0,0156
5,25	1 314	1 931	0,785	0,0115
6,61	1 862	2 736	0,884	0,0081
7,50	2 100	3 086	0,878	0,0063
8,89	2 200	3 233	0,776	0,0039
10,00	2 400	3 527	0,752	0,0030

Dans ce tableau, les colonnes indiquent : V , la vitesse moyenne du vent en mètres par seconde; c , le nombre moyen de tours de la roue du moulin par heure; d , le volume d'eau, en litres, pratiquement élevé par heure à 10 mètres de hauteur; n , le coefficient de la formule (1), K , le coefficient de la formule (2).

Pour obtenir le travail mécanique disponible, il faut multiplier le travail T de la formule (2) par le rendement, qui varie de 0,2 à 0,4 suivant l'installation et son état d'entretien.

Les différents chiffres précédents seront utiles pour les projets relatifs aux moulins à vent, qui sont des moteurs très recommandables pour l'élévation des eaux destinées aux exploitations agricoles, comme aux agglomérations rurales.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 23 juin 1905.

Présidence de M. Huet, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

MM. J. et A. Pavin de Lafarge mettent à la disposition de la Société d'Encouragement une somme de 500 francs pour être consacrée à des expériences sur les *ciments* et les *éléments essentiels pour la construction des fours*.

M. le Président adresse à *MM. J. et A. Pavin de Lafarge* les plus vifs remerciements de la Société d'Encouragement.

M. Chandèze, directeur du *Conservatoire national des Arts et Métiers*, adresse à la Société d'Encouragement les remerciements du Conseil d'administration du Conservatoire pour la somme de 3 000 francs accordée par la Société, pour des recherches sur les différents facteurs de la *qualité des ciments Portland*, à exécuter, par *M. Leduc*, sous le contrôle de *M. Pérot*, directeur du Laboratoire du Conservatoire.

M. Bouvet, rue de la Placette, à Beaucaire, présente une *horloge perpétuelle*. (Arts mécaniques.)

M. Coret signale une de ses inventions relative à un *régulateur de température*. (Arts économiques.)

M. Bonneville remercie le Conseil de sa nomination de membre de la Société.

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la page 819 du *Bulletin* de juin.

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Kestner, ingénieur, 6, rue de Toul, à Lille, présenté par *MM. Combes* et *H. Le Chatelier*.

M. Hardelay, 40, rue d'Anjou, présenté par *MM. Lindet* et *Livache*.

M. Poullain, président du syndicat général des cuirs, présenté par *MM. Petitpont* et *Livache*.

M. Teisset, constructeur-mécanicien à Paris, présenté par *M. G. Richard*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Sont lus et approuvés les rapports de :

M. Imbs, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'ouvrage de *MM. Prévaut* et *Thomas*, intitulé : *Traité pratique de filature de la laine cardée*.

M. Livache, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'*Appareil à dessécher le sang*, de *M. Donnard*.

COMMUNICATION. — *M. R. Dubois*, ingénieur à la Compagnie de l'Ouest, fait une communication sur l'*Explosion d'une locomotive à la gare Saint-Lazare*.

M. le Président remercie vivement *M. Dubois* de sa très intéressante communication, qui sera reproduite au *Bulletin*.

BIBLIOGRAPHIE

Cours d'exploitation des Mines, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, 3^e édition, revue et considérablement augmentée, par JEAN BÈS DE BERC. Tome I (n° 12 881 de notre bibliothèque). Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

Ce traité magistral n'a pas de préface, et il n'en avait pas besoin. Il a pour base le cours que M. Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, fit aux élèves de notre École nationale supérieure des mines, dont il fut aussi le directeur pendant de longues années. Une courte introduction précise que le cours se divise en neuf parties distinctes; recherche des mines, abatage, puits et galeries, méthodes d'exploitation, roulage, extraction, épuisement, aérage, préparation mécanique. Le tome I^{er} renferme les trois premières parties.

La première partie : *Recherche des mines*, comprend la découverte des gîtes minéraux, la recherche des parties riches des filons, le passage des rejets, les procédés de sondage et leurs applications, en particulier au fonçage des puits artésiens, à l'exploitation du pétrole, et du gaz naturel, du sel gemme.

La deuxième partie : *Abatage*, comprend l'abatage à la main, à l'eau, au feu, par les explosifs, enfin par les moyens mécaniques : haveuses, houilleuses, etc.

La troisième partie : *Puits et galeries*, comprend des généralités sur le soutènement et les bois de mines, le percement et le boisage des galeries, leur muraillement, leur blindage, le percement des tunnels, le fonçage des puits en terrains non aquifères, le fonçage des avaleresses, fonçage des puits à niveau plein.

Les tomes suivants sont attendus avec le plus grand désir de les posséder bientôt.

L'Ammoniaque liquéfiée comme moyen de dissolution, par J. BRONN (n° 12 885).
Berlin, Julius Springer, 1905.

Cet ouvrage a pour but de donner, d'une façon aussi complète que possible, l'état de nos connaissances sur l'ammoniaque liquide, afin d'éveiller de nouvelles applications de ce corps comme dissolvant. Les détails circonstanciés des différentes expériences déjà faites dans ce sens évitent, dans la plupart des cas, de recourir aux travaux originaux.

L'ouvrage présente un aperçu historique de la question et comprend sept chapitres qui exposent successivement les questions suivantes :

- I. Propriétés chimiques de l'ammoniaque liquide. Expédition. Essai.
 - II. Action liquéfiante du gaz ammoniac et absorption de l'ammoniaque par différents corps.
 - III. Ammoniaque liquide comme dissolvant des métaux et autres corps.
 - IV. Combinaisons aminées des métaux.
 - V. Ammoniaque liquide comme dissolvant en général.
 - VI. Réactions effectuées au sein de l'ammoniaque liquide.
 - VII. Examens physico-chimiques avec l'ammoniaque liquide.
- Tableau des solubilités dans l'ammoniaque liquide.

Recueil de types de ponts pour routes, par MAURICE KÖENIGLIN (n° 12 886). Encyclopédie des travaux publics, fondée par M.-C. Lechalas, et publiée par Ch. Béranger.

En écrivant ce volume, le distingué directeur de la Société de construction de Levallois-Perret a voulu donner les types de ponts qui répondent le mieux aux besoins courants du service des routes et chemins. Chaque type est l'objet d'une monographie complète et indépendante, qui comporte la note des calculs, le métré et les dessins des projets d'exécution. Les dessins et les notes sont établis avec la collaboration de M. Richaud.

Quelques chapitres préliminaires, très courts, donnent des conseils pour guider les ingénieurs dans l'étude des projets de ponts différant des types étudiés. Ils développent également des formules moins usuelles, notamment celles qui se rapportent au cisaillement et à la rivure. Ils renferment des tables, que la Compagnie des chemins de fer de l'Est a publiées, et qui permettent de simplifier les calculs des moments d'inertie, des surfaces et des poids.

Les huit types de ponts donnés sont : un pont de 4 mètres d'ouverture à une voie charretière, un pont de 4 mètres à deux voies, un pont de 8 mètres à deux voies, un pont de 10 mètres à une voie, un pont de 15 mètres à deux voies, un pont de 20 mètres à une voie, un pont de 25 mètres à deux voies, un pont de 30 mètres à une voie.

Hygiène et sécurité du Travail industriel, par GEORGES G. PARAF (n° 12883) Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

Ouvrage couronné par la Société nationale d'Encouragement au bien. L'auteur s'y est particulièrement attaché aux questions technologiques. Mais il n'a pas laissé de côté le point de vue juridique, et dans la troisième partie : *Législation*, il donne les lois, arrêtés et décrets les plus récents.

Dans la première partie : *Généralités*, il traite des dispositions communes à toutes les industries ; l'hygiène générale d'un atelier, la lutte contre les poussières ; les dispositions à prendre pour combattre les accidents des chaudières, des machines, des transmissions, dans le maniement des appareils de levage, ou au cours du graissage.

Dans la deuxième partie : *Industries diverses*, il traite de l'hygiène professionnelle des ouvriers dans les mines, dans les diverses industries métallurgiques, dans les carrières, dans les industries de la céramique, du verre, du bois, du papier.

Les données intéressantes que l'on trouve dans cet ouvrage font désirer que l'auteur le complète en ce qui concerne les autres industries, entre autres les industries textiles qui fournissent un si grand appoint d'accidents industriels, et les industries chimiques, en particulier la grosse industrie chimique et les produits spéciaux dangereux, explosifs, etc.

Étude théorique et pratique de l'Incendie, par FÉLICIEN MICHOTTE (n° 12 898). Paris, V^e Ch. Dunod, 1905.

L'ouvrage de M. Michotte a été écrit à l'usage des officiers de pompiers, des ingénieurs, des architectes, et des industriels. Il a pour objet d'étudier les causes de l'in-

incendie, et de rechercher les moyens soit de le prévenir, soit de le combattre. L'incendie est un fléau qui guette chaque jour l'industriel, et auquel celui-ci doit songer sans cesse. C'est à juste titre que les congrès internationaux de sauvetage les plus récents ont émis le vœu que ce qui concerne la question de l'incendie, et en particulier les premiers secours à porter, soit enseigné dans les écoles. Comme il vaut mieux prévenir que remédier, aussi bien en matière d'incendies qu'en matière de maladies, et il n'est pas de pire maladie pour une usine ou pour un magasin que de brûler, nous ne pouvons trop conseiller aux industriels de lire avec soin un bon traité sur la matière. Il en existe de très intéressants à l'étranger. Il faut savoir gré à l'auteur de celui-ci d'avoir, comme il le dit, entrepris une étude aussi complète que possible de cette branche de la technique, dont l'importance est trop négligée.

L'Industrie aurifère. par DAVID LEVAT (n° 12 899). Paris, V^e Ch. Dunod, 1903.

L'industrie aurifère a pris, depuis dix ans, un développement considérable. Le nombre des pays aurifères s'est accru : le Transvaal, les États-Unis, l'Australasie sont les principaux.

La production mondiale de l'or atteindra deux milliards de francs par an d'ici à une ou deux années. C'est, après la houille et le fer, la première industrie extractive, tant par l'importance des richesses qu'elle met en circulation que par la multiplicité des efforts, l'ingéniosité des méthodes de traitement et de développement d'énergie qu'elle exige de la part de ceux qui s'y livrent, que ce soit dans les déserts glacés du Klondyke ou sous le ciel brûlant des tropiques.

C'est à l'application récente des *appareils mécaniques* et notamment des *dragues à or*, à l'exploitation des alluvions aurifères, ainsi qu'au développement des procédés perfectionnés de *cyanuration*, de *chloruration*, de *bromo-cyanuration*, s'appliquant au traitement des *minerais rebelles*, non amalgamables, qu'on est redevable de cet accroissement colossal de la production de l'or dans le monde entier.

Il était devenu nécessaire de coordonner, dans un ouvrage complet, embrassant l'ensemble de ce vaste sujet, des données précises sur ces diverses méthodes, de les comparer, d'en faire connaître les traits caractéristiques et de tirer de cet exposé des conclusions pratiques, applicables au traitement des minerais d'or les plus variés et les plus complexes.

Dans son traité, M. D. Levat, membre du Conseil supérieur des Colonies, ne s'est pas borné à un simple exposé didactique. Il a condensé vingt-cinq années d'une carrière extrêmement active, consacrée aux affaires minières les plus lointaines et les plus difficiles. Résumant, dans l'ouvrage qu'il a signé, toutes ses publications antérieures sur les pays aurifères les plus variés, qu'il a parcourus et mis en valeur. M. Levat fait ressortir le lien étroit, qui relie l'expansion coloniale des grandes nations civilisées avec le développement de la production aurifère. Nul n'était qualifié, mieux que lui, pour mettre cette corrélation en évidence.

Les chapitres relatifs au mode de création des affaires minières, tant en Angleterre qu'en France, les appréciations sur l'avenir et sur la durée des mines du *Transvaal* et de l'*Australie*, la manière dont il convient d'apprécier les affaires d'or indépendamment des spéculations en Bourse, seront lus avec autant de profit par les capitalistes, les

financiers, et les hommes d'affaires que les chapitres techniques par les ingénieurs.

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'étude des dernières nouveautés, notamment à l'emploi des *Tube-Mills*, qui permettent de doubler la capacité des moulins californiens. On lira aussi avec intérêt un parallèle entre les divers procédés de broyage : *moulins à boulets, cylindres broyeur et finisseurs*, comparés au classique *moulin californien*.

La troisième partie n'est pas la moins intéressante; elle comprend la description d'un choix d'installations types aux mines de Treadwell. La cyanuration à la Homestake Mg Co, à Maidland (South Dakota). Mine de camp Bird (Colorado). La chloruration dans la Caroline du Sud, à Cripple Creek, décantation à la mine Crown Deep (Transvaal). Grillage et broyage à sec à Kalgoorlie. Broyage à sec aux mines d'Hauraki (Nouvelle-Zélande). La bromocyanuration à la mine Hannau's Star. Durée probable des mines d'or du Transvaal. Revue des plus grandes mines d'or du monde entier.

Les Piles à gaz et les Accumulateurs légers, par A. BERTHIER (n°s 12 920-1). Paris, H. Desforges, 1905.

La première partie de cet ouvrage est consacrée aux piles à gaz, problème qui a depuis longtemps passionné les chercheurs, et dont la solution est encore à trouver; elle est suivie d'une étude sur les accumulateurs légers au plomb et mixtes (plomb et métal).

Dans la seconde partie, après un rappel de notions théoriques, l'auteur étudie les accumulateurs légers sans plomb et les accumulateurs alcalins; à signaler particulièrement un chapitre documenté sur l'accumulateur Edison qui a tant fait parler de lui. Il termine en indiquant les applications actuelles des accumulateurs légers à l'automobilisme.

Annuaire du Syndicat professionnel des Industries électriques, année 1905. Paris, H. Dunod et E. P. Pinat.

Ce nouvel annuaire n'intéresse pas seulement les membres du Syndicat des industries électriques, mais tous les électriciens. Il contient, en effet, en dehors des soixante pages relatives à ce Syndicat, plus de trois cent cinquante pages donnant des renseignements généraux utiles à tous, notamment les unités électriques, les dimensions et résistances des fils de cuivre, les conditions imposées pour les diverses fournitures électriques, des données sur les piles et accumulateurs, les installations d'électricité, les soins à donner en cas d'accidents, les signaux acoustiques, les formules de mécanique usuelles, etc. Cet ensemble constitue un véritable aide-mémoire de l'électricien.

Enfin, l'annuaire réunit, dans une classification méthodique, la documentation administrative (lois, décrets, arrêtés) qu'on ne trouvait jusqu'ici qu'en consultant une foule de publications spéciales. Désormais, grâce à cet ouvrage, on pourra se rendre compte rapidement de la législation complète de l'électricité et du travail industriel.

Tel qu'il est, avec sa partie technique et sa partie officielle, cet ouvrage n'est donc pas simplement l'annuaire du Syndicat des industries électriques; il forme en réalité un *Memento de l'électricien*.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN AOÛT, SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1905

KœCHLIN (MAURICE). — **Recueil de types de ponts pour routes** (Encyclopédie des Travaux publics, fondée par M.-C. Lechalas). Texte, 25×16,5. 306 pages et atlas, 32×26, viii planches. Paris, Ch. Béranger, 1905. **12886, 12887**

BROWNING (PHILIP E.). — *Index to the literature of indium, 1863-1903* (n° 1571 des Smithsonian miscellaneous collections). 15 pages, Washington, 1905. **Pér. 27**

ALDRICH (J.-M.). — *A catalogue of north american diptera, or two-winged flies* (n° 1444 des Smithsonian miscellaneous collections). 680 pages, Washington, 1905. **Pér. 27**

POCHET (LÉON). — **Études sur les sources**. — Hydraulique des nappes aquifères et des sources et applications pratiques (Ministère de l'Agriculture). Texte, 26,5×17,5. 527 pages et atlas, LXXXI planches. Paris, Imprimerie Nationale, 1905. **12891, 12892**

EIFFEL (G.). — **Dix années d'observations météorologiques à Sèvres, 1892-1901**. Avec la collaboration de G. Barré. Texte, 31,5×24,5; 95 pages et atlas, 32,5×25,5; xiii planches. Paris, L. Maretheux, 1904. **12893, 12894**

EIFFEL (G.). — **Études pratiques de météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey, pour l'année 1903**. Texte, 31,5×24; xxx-377 pages et atlas, de xxiv planches. Paris, L. Maretheux, 1905. **12895, 12896**

Les observations courantes en météorologie et comparaison des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey (ex-Bull. de la S. Astronomique de France, 1905). **12895 a**

« LE NICKEL » S. A., à l'Exposition Universelle de Liège, 1905, 30×22. 19 pages, planches. **12897**

MICHOTTE (FÉLICIE). — **Étude théorique et pratique de l'incendie**. Ses causes, sa prévention, son extinction. 25×16,5, vi-563 pages, 135 figures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12898**

LEVAT (DANIEL). — **L'industrie aurifère**. 25×16,5. xii-897 pages, 253 figures. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12899**

DARDAT (E.). — BONNAL (A.). — ORRIER (CH.). — **Comptabilité départementale, vicinale, communale et commerciale**. (Bibliothèque du conducteur de travaux publics.) 18,5×13,5. viii-779 pages. Paris, V^e Ch. Dunod, 1905. **12900**

SCHULTZ (G.) UND JULIUS (P.). — **Tabellarische Hebersicht der Keinstilichers organischen Farbstoffe**. 27,5×20. xvi-207 S. Berlin, R. Gaertner, 1902. **12901**

Exposition Universelle internationale de 1900 à Paris. Rapports du jury international. — Introduction générale, tome I. Première partie : **Instruction publique**, France, par LOUIS LIARD et MAURICE PELLISSON; Étranger, par CH.-V. LANGLOIS. Deuxième partie : **Beaux-Arts**, par LÉONCE BÉNÉDITE 29×19, 862 pages, figures. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. **12909**

PÉRISSE (RAYMOND). — **Le chauffage des habitations par calorifères** (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire). 19×12. 175 pages, 25 figures. Paris, Gauthier-Villars.

12910

BRUNSWICK (E.-J.) et ALLIAMET (M.). — **Construction des induits à courant continu**. Manuel du bobinier (Encyc. sc. des A.-M.). 19×12. 153 pages, 53 figures. Paris, Gauthier-Villars.

12911

TRUCHOT (P.). — **Les petits métaux**. Titane, Tungstène, Molybdène (Encyc. sc. des A.-M.). 19×12, 185 pages. Paris, Gauthier-Villars.

12912

Comité des Forges de France. — Documents statistiques concernant la production et le commerce extérieur des principaux produits de l'industrie sidérurgique de 1870 à 1903 en France, en Allemagne, en Belgique, en Grande-Bretagne et aux États-Unis d'Amérique, avec diagrammes comparatifs, 27×24, 79 pages, viii planches. Paris. Imprimerie Chaix, 1905.

12919

BERTHIER (A.). — La force motrice de demain. **Les Piles à gaz et les accumulateurs légers**, 19×13,5. 115 et 156 pages, Paris, H. Desforges, 1905.

12920, 12921

Lettres de Catherine de Médicis, publiées par le C^{te} Baguenau de Puchesse (Collection de documents inédits sur l'histoire de France). 29×22, tome IX (1586-1588), xix-603 pages. Paris, Imprimerie Nationale, 1905.

12922

TREILLE (A.). — **La Céruse**. Le Saturnisme chez les peintres en bâtiment (ex La Revue Médicale). Paris, 1905.

12889

HADFIELD (ROBERT-A.). — Effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages (ex Congrès international des Mines, de la Métallurgie..., de Liège). Liège, 1905.

DWELSHAUWERS-DERY. — Note sur la théorie expérimentale de la machine à vapeur (ex Congrès international... de la Mécanique, de Liège). Liège, 1905.

National Brick Manufacturers Association of the U. S. of A. — The influence of carbon in the burning of clay wares. 22×15, 68 pages, Indianapolis, T. A. Randall and Co, 1905.

12890

Classification bibliographique décimale. Tables générales refondues.

Fascicule 1 : Exposé et règles de la classification décimale.

Fascicule 33 : Industries diverses. Professions et métiers divers. Construction.

Fascicule 33 : Organisation. Travaux. Méthodes.

8028

MORICE (GABRIEL). — **Paraffine**. 3^e fascicule, août 1905. 31,5×20,4. 10 pages, planches. Le Havre, René Boulard.

12923

OFFICE DU TRAVAIL DE BRUXELLES. — *Annuaire de la législation du travail*. 8^e année, 1904. Bruxelles, 1905.

Pér. 278.

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — *Minutes of proceedings*. Vol. CLX, 1904-5, t. II.

Pér. 189.

IRON AND STEEL INSTITUTE. — *The journal of the* —. Vol. LXVII. N° 1, 1905.

Pér. 157.

Annuaire du Syndicat ouvrier professionnel des Industries électriques. — 1905. Paris, V^e Ch. Dunod.

Pér. 256.

CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — *Quatorzième session* (juin 1905). Délai-Congé. Compte rendu. Paris, Imprimerie nationale, 1905.

Pér. 295.

BUREAU OF STANDARDS. — *Bulletin of the* —. S. W. Stratton, Director. Vol. 1, n° 2.

Pér. 61.

- THE NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — *Collected researches*. Vol. I. Pér. 62.
- SMITHSONIAN INSTITUTION. — Smithsonian Exploration in the Alaska, in arch of Mammoth and other fossil remain (n° 1584 of S. M. C.). Washington, 1903. Pér. 27.
- SMITHSONIAN INSTITUTION. — Smithsonian miscellaneous collections. Quarterly Issue, Vol II, part 4. — Annual report of the V. S. National Museum for 1903. Pér. 27.
- NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — *Third general report*. Seventeenth annual report on arbitration for 1903. Albany, 1904. Pér. 128.
- SOCIÉTÉ DES ARTS DE GENÈVE. — *Comptes rendus de l'exercice* 1904. Pér. 152.
- AMERICAN INSTITUTE OF MIN'NG ENGINEERS. — *Transaction*, Vol. XXXV. containing papers and discussion of 1903. New-York, 1904. Pér. 231.
- INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEER. — *Proceedings*, july-december 1904. Westminster. Pér. 114.
- AMERICAN CERAMIC SOCIETY. — *Transactions*, Volume VII, Part I and II. Columbus, Ohio. Pér. 288.
- La Fonderie moderne**, 68 p. (n° 10 de la Bibliothèque du Mois scientifique et industriel). Paris, 1903. Pér. 309.
- ASSOCIATION PARISIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — *Bulletin annuel*, 30^e exercice, 1904. Pér. 33.
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — *Nivellement général de la France*. Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Réseaux de 3^e et 4^e ordres. Mailles de 2^e ordre. 3 brochures. 12 923.
- OFFICE DU TRAVAIL. — **Les industries à domicile en Belgique**. — 25 × 16,5. Vol. VII : **L'industrie de la cordonnerie à Hervé**. Bruxelles, J. Lebègue et C^{ie}, 1903. 12 924.
- BOULVIN (J.). — **Cours de mécanique appliquée aux machines**, professé à l'École spéciale du Génie civil de Gand. 2^e éd., 25,5 × 16,5. 4^e fascicule. **Générateurs de vapeur**. viii-320 p., 1 pl. 204 fig. Paris, E. Bernard, 1903. 12 925.
- ROYAUME DE BELGIQUE. — Ministère de l'Industrie et du Travail. — **L'Office du travail de 1895 à 1905**. Notice publiée à l'occasion de l'Exposition de Liège en 1903. 24 × 16, 247 p., 10 pl. Bruxelles, A. Lesigne, 1903. 12 926.
- ROYAUME DE BELGIQUE. — Ministère de l'Industrie et du Travail. — OFFICE DU TRAVAIL ET INSPECTION DU TRAVAIL. — **Monographies industrielles**. 25/16. Vol. VI ; **Industries chimiques**. Fabrication des produits chimiques proprement dits, 367 p., 53 fig. Bruxelles, J. Lebègue et C^{ie}, 1903. 12 927.
- LANDOLT. — **Börnstein physikalisch-chemische Tabellen mit Unterstützung der Kgl preussischen Akademie der Wissenschaften**. Berlin, Julius Springer, 1903. 3 Aufl. 27,5 × 19,5, xvi-861 Seite. 12 928.
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Ports maritimes de la France**. **Notices sur les ports de Boulogne, de Calais**, mises à jour. Paris, Imprimerie Nationale, 1904. 12 929, 12 930.
- LA NAVE (HENRI). — **Réflexions et Études sur l'art Khmer**. 38 × 28, 13 p., 140 phot. Paris, 1904. 12 931.
- KORDA (DÉSIRÉ). — **La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais**. 25 × 16, 121 p., 34 fig. Paris, L'Éclairage électrique, 1903. 12 932.

- VIDAL (E.). — **Emploi des fusées contre la grêle**, 3^e éd., 84 × 15,5, 100 p. Hyères, Arènes, 1902-1906. **12 933.**
- L'Initiative du roi d'Italie et l'Institut international d'agriculture. 26/18,5, 34 p., Roma, G. Bertèro e C^a, 1903. **12 934.**
- INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — *Transactions* Vol. XLVII, Part 1 and 2. **Pér. 222.**
- Répertoire des industries Gaz et Électricité*, 1903-1906 (anciennement Répertoire de l'Éclairage). **Pér. 310.**
- ÉCOLE FRANÇAISE DE BONNETERIE DE TROYES. — *Rapport général de l'année 1904*, programme général d'enseignement, 1903. **Pér. 312.**
- Street Railway Journal*, Année en cours (don de M. Lavalard). **Pér. 280.**
- Nineteenth annual report of the Commissioner of labor, 1904*. Wages and hours of Labor, 1890 to 1903. **Pér. 35.**
- DEPARTMENT OF COMMERCE AND LABOR. *Bulletin of the Bureau of labor*, n^o 59. **Pér. 35 a.**
- RAMSAY (W.). **Decomposition of water by radium** (ex. Meddelanden frau k. vetenskapsakademien Nobelinstitut), Stockholm, 1903.
- PERROT (EM.) et DE VILMORIN (PH.). — **Du Ginseng** et en particulier du Ginseng de Corée et de Mandchourie (Ex. *Bulletin des sciences pharmacologiques*). Paris, 1904.
- AUDEBRAND (A.). **Tachymètre enregistreur** (Ex. *Comptes rendus de l'Association pour l'avancement des sciences*). Grenoble, 1904; Paris, H. Desforges, 1903.
- VILMORIN (PH. DE). — **Sur une expérience de sélection** (Ex. *Comptes rendus du Congrès international de botanique à l'Exposition universelle de 1900*). Loos-le-Saulnier, 1903.
- VILMORIN (PH. DE). — **De l'industrie du sucre et en particulier du sucre de betteraves aux États-Unis** (Ex. *Congrès de Paris*). Compiègne, 1903.
- VILMORIN (PH. DE) et SCHRIBAUX. — **Variabilités de la teneur en azote dans les froments cultivés** (Ex. Société nationale d'agriculture de France). Paris, 1901.
- OSMOND et CARTAUD (G.). — **Rapport sur les progrès de la métallurgie** depuis le Congrès de Budapest, 1901 (Ex. *Ass. intern. pour l'essai des métaux. Congrès de Bruxelles, 1906*). 25 × 15 43 p. **12 935.**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Août au 15 Octobre 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colorantes.
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining Engineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens élèves des écoles des arts et métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>Ch.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).	<i>VDi.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	

AGRICULTURE

- Agriculture* à l'Exposition de Liège. *Gc.* 30 Sept., 14 Oct., 358, 390.
- Apiculture*. Retour aux vieilles méthodes. *Ap.* 12 Oct., 471.
- Blés** à grand rendement. *Ag.* 2 Sept., 377.
— de semence. *Ap.* 5 Oct., 428.
— Rouille du. *Ap.* 14 Sept., 330.
— Fumure du. *Ap.* 21 Sept. 366.
- Betteraves**. Décortication des semences. *Ap.* 27 Juillet, 106.
— Estimation de la valeur de la graine. *Ap.* 27 Juillet, 114.
— Expériences de Capelle. *Ag.* 23 Sept., 510.
— Culture et crise sucrière. *Ap.* 28 Sept., 397.
- Bétail**. Trypanosomias, traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth (Laveran). *CR.* 10 Juillet, 91.
— Élevage. Charges de l'agriculture. *Ag.* 7 Oct., 576.
— Alimentation. Son et riz. *Ap.* 20 Juillet, 79. Composition et analyse des poudres alimentaires (Colin). *Pc.* 1^{er} Oct. 289; des rations. *Ap.* 3 Oct., 425. Prix du kilogramme de matières azotées, d'amidon et de graisse dans les denrées alimentaires. *Ap.* 3, 10, 24, 31 Août, 137, 169, 232, 265.
— production et commerce en France. *Ef.* 12 Août, 241.
— Porc. Maladies microbiennes. *Ap.*, 20 Juillet, 84. Race porcine Yorkshire. *Ap.* 2 Août, 148.
— Hygiène du bétail. *Ap.* 27 Juillet, 114.
— Race bovine limousine. *Ap.* 7 Sept., 308. Bœufs de travail limousins (*id.*), 12 Oct., 466.
— Race ovine, Charmoise (*id.*), 5 Oct., 436.
— Importation et transit des animaux. Décret du 11 Juin 1903. *Ap.* 2 Août, 149.
- Beurreries coopératives* du Poitou. *Ag.* 29 Juillet, 179.
— Concours de beurres à l'exposition de Liège. *J.N.A.* Juin, 518.
- Chiens* (maladie des). *Ap.* 2 Août, 143.
- Cafés* sans caféine (Bertrand). *CR.* 17 Juillet, 209.
- Cheval** en service. Alimentation (Grandeau). *Ap.* 20, 27 Juillet, 70, 101; 21, 28 Sept. 361, 396.
— Prix du kilogramme de matières azotées dans les denrées alimentaires (*id.*), 3 Août, 137.
— Ration journalière (*id.*), 7, 14 Sept., 297, 329.
— Mensuration du. *Ag.* 10 Août, 262.
— Anémie infectieuse. (Carré et Vallée). *CR.* 14 Août, 396.
— Concours central des étalons (Lavalard). *S.N.A.* Juin, 524.
— Mors Camel. *Ap.* 27 Juillet, 102.
- Confitures*, préparation industrielle. *Ag.* 12 Août, 247.
- Cultures intercalaires* après déchaumage. *Ag.* 5 Août, 216.
- Céréales*. Champ d'essai de la caserne Saint-Yriex en 1904. *Ap.* 31 Août, 267.
- Clôtures* (les). Ringelmann. *Ap.* 28 Sept., 403.
- Engrais**. Développement des plantes à la lumière verte en l'absence complète d'acide carbonique dans un sol artificiel contenant des amides (Lefevre). *CR.* 17 Juillet, 211.
— Analyse des terres. Interprétation pour la fumure de la vigne (Hubert). *Ms.* 1^{er} Août, 582.
— Eau nécessaire aux plantes (Ringelmann, Doniol). *S.N.A.* Juin, 495. *Ap.* 10 Août, 175.
— Action fertilisante de certains produits accessoires des scories. *S.N.A.* Juin, 479.
— Fumier de ferme. *Ms.* Oct. 773.
— Utilisation du sang. *Ap.* 10 Août, 177.
— Terres arables. Classification et nomenclature d'après leur constitution minéralogique agricole (Lagatu). *CR.* 7 Août, 363.
— Rétrogradation des phosphates solubles dans les engrais mixtes (Gray). *C.N.* 1^{er} Août, 77.
— Phosphates et sels de potasse. Sources et fabrication (Voorhees). *Fi.* Sept., 211.
— Engrais phosphatés, essais sur prairies. *Ap.* 17 Août, 200.
— Vaccination des sols destinés aux légumineuses. *Ag.* 19 Août, 293.

Engrais chimiques. Emploi des. *Ag.* 14 Oct., 617. Composés alcalins insolubles, formés par les substances humiques d'origine organique et leur rôle en agriculture (Berthelot). *CR.* 4 Sept., 433; dissolution directe des silicates dans la terre arable (Cayeux). *CR.* 11 Sept., 509. Chimiques pour la culture des landes marécageuses (Talke). *ZaC.* 4 Août, 1201.

Fourrages. Mélange Kesthely. *Ap.* 2 Août, 140.

— Figuiers de Barbarie comme fourrage. *Ap.* 7 Sept., 312.

Jute. Essais de culture au Tonkin. *It.* 13 Sept., 332.

Fraisiers. Culture des. *Ag.* 16 Sept., 462.

Lait. Stérilisation. *Ag.* 17 Août, 210. *Ap.* 24 Août, 240.

Grêle. Emploi des fusées contre la (Vidal). *CR.* 10 Juillet; 98. *Ag.* 3 Août, 221.

— Canons à acétylène. Graziani. *Ri.* 3 Août, 308.

Grefte (deux cas de). (Daniel). *CR.* 17 Juillet, 214.

Hydromel. Expériences sur sa fabrication. *Ag.* 22, 27 Juillet, 148, 184.

Herses. Silex. *Ap.* 17 Août, 207.

Légumes comprimés. *Ap.* 3 Août, 139.

Labourage automatique à vapeur. Nubar. *Ap.* 31 Août, 275.

Coton. Cueilleuse Lowry. *E.* 22, 390.

Cidre doux, production du (Warcollier). *SNA.* Juillet, 612.

Irrigation de Berford. *E.* 29 Sept., 317.

Moissonneuse. Johnson. *Ap.* 27 Juillet, 112.

Machines agricoles. Association pour leur emploi. *Ag.* 19 Août, 291.

Main-d'œuvre agricole dans l'arrondissement de Melun. Immigration des ouvriers étrangers (Hitier). *Ag.* 12 Oct., 458.

Oseille. Conserve d'. *Ap.* 20 Juillet, 82.

Pline. Filtrage dans le sol (Sutherst). *CN.* 4 Août, 49.

Primeurs, transports des. *Ef.* 2 Sept., 337.

Pommiers. Le cossin rouge-bois. *Ap.* 20 Juillet, 81.

Solanum Commersoni. *Ap.* 5 Oct., 432; en 1903 (Labergerie). *Ag.* 29 Juillet, 3, 10 Août, 223, 262. 14 Oct., 609.

Vesce d'hiver et de printemps. *Ap.* 7 Sept., 304.

Vigne. Effets de la dialyse sur le titre alcoolique des vins (Marre). *RCp.* 23 Juillet, 253.

— Fumure de la — d'après l'analyse des terres (Hubert). *Ms.* Août, 382; dans les sables. *Ag.* 27 Juillet, 188.

— Rougeot de la vigne (Ravaz et Roos). *CR.* 7 Août, 366.

— Préparation de la vaisselle vinaigre. *Ap.* 17 Août, 209.

— Collage et filtrage des vins. *Ap.* 17 Août, 211.

— Maies de vendanges. *Ap.* 28 Sept., 409. *Ag.* 14 Oct., 625.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer du Nil à la mer Rouge. *C.* 21 Juillet, 68.

— anglais et américains. État financier. *E.* 11 Août, 134.

— de Sierra Leone, voie de 0^m,75. *E.* 23 Août, 194.

— Suisses en 1903 et 1904. *Ef.* 14 Oct., 533.

— de la Côte d'Ivoire. *Revue du génie militaire.* Août, 97.

— Français en 1901. *Rgc.* Sept., 224.

— du Cap au Caire. *EM.* Oct., 13.

— En Chine. *E. C.* Oct., 431.

— Indiens en 1904. *E.* 6 Oct., 328.

— Métropolitains de Londres. *E.* 4 Août, 156. *E.* 22 Sept., 295. *EE.* 23 Sept., 458. *VDI.* 7 Oct., 1617. De Paris. *Re.* 13 Août, 65. *Ac.* Août, 114. De New York. *Rgc.* Août, 139. *E.* 13 Oct., 353.

— Électriques. Nécessité d'un haut voltage. Emploi des courants monophasés (Leblanc). *Re.* 13, 30 Juillet, 3, 41.

— Monophasés. *EE.* 14 Oct., 47; transformés en continu sur la locomotive (Auvert). *Rgc.* Oct., 247.

— leur développement. *E.* 28 Juillet, 103.

— Westinghouse. *VDI.* 16 Sept., 1519.

— Seebach - Wettinghen monophasé à 15 000 volts. *El.* 29 Juillet, 140.

— du Borinage. *Elé.* 30 Sept., 181.

— Berlin-Hambourg. *Rgc.* Août, 176.

— Monorails (Behr). *Re.* 30 Sept., 186.

— Métropolitains de Paris. *Re.* 15 Août, 65; *Ac.* Août, 114. De Londres. *EL.* 16, 23 Sept., 422, 458, *VDI.* 7 Oct. 1617.

- Chemins de fer.** Traction électrique des trains de marchandises. *EE.* 12 Août, 238.
- à grande distance Muralt. *Re.* 15 Sept., 134.
 - Saint-Gall. Speicher. *Ge.* 26 Août, 273.
 - Locomotive Westinghouse à courants monophasés. *Rgc.* Sept., 232.
- Attelage.* Automatique central Thomas. *E.* 11 Août, 184.
- Automotrices** (des) (Heller). *VDI.* 23 Sept., 1541. 7 Oct., 1634.
- Cochran. *E.* 25 Août, 248 du London. and N. W. *E'*. 13 Sept., 261.
- Chauffage* par la vapeur au P.-L.-M. (Mottet). *Rgc.* Août, 136.
- Collision* de Hall Road. *E'*. Août, 115, 118.
- Éclairage* électrique des trains (Valbreuse). *EE.* 15 Juillet, 58.
- État prussien. Butner-Rosenberg (Jacquin). *Re.* 30 Juillet, 23.
 - Aichelle. *Elé.* 5 Août, 82.
 - par incandescence au gaz de houille. Giraud et Maclaure. *Ri.* 22 Juillet, 283.
 - Perfectionnement des. *E'*. 25 Août, 192.
- Locomotives** nouvelles des chemins bava-rois. *Ge.* 22 Juillet, 204.
- express (Tokeley). *E'*. 13 Sept., 255.
 - Belpaire du Midland. *E'*. 29 Sept., 320.
 - à 3 essieux couplés du London and N. W. *E'*. 6 Oct., 336.
 - type. Consolidation. Essai. *Rgc.* Août, 178.
 - Malet du Baltimore Ohio. Résultats. *Rgc.* Sept., 233.
 - à l'Exposition de Liège (Hanbury). *E.* 18, 25 Août, 201, 242. 13 Oct., 482. *E'*. 21, 29 Juillet, 56-305. *VDI.* 29 Juillet, 1228. *E.* 25 Août 242. — de Saint-Louis. *VDI.* 2, 30 Sept., 1431, 1595. *Rgc.* Sept., 199.
 - Compound *E'*. 13 Oct., 364. A marchan-dises, 4 cylindres et 2 bogies moteurs du Nord français. *Rgc.* Août, 120. *E.* 6 Oct., 439.
 - 4 cylindres marchandises de l'Orléans. *Pm.* Août, 117.
 - Express. N. Y. central. *E'*. 8 Sept., 232.
 - Express Est français. *E'*. 1^{er} Sept., 206.
 - Tender du South Eastern. *Ry.* *E'*. 25 Août, 182.
- Locomotives.** Distributions Young. Alfree Hirbell et Haberkorn. *Ge.* 26 Août, 278.
- Rendements sur les Chemins anglais. *E'*. 22 Sept., 279.
 - Chaudière à tubes d'eau Brotan. *E.* 1^{er} Sept., 276. Barbier. *Ge.* 29 Juillet, 209.
 - Répartition de la vaporisation entre les différentes parties d'une chau-dièrre. *Rgc.* Sept., 234; Oct., 296.
 - Explosion de la gare Saint-Lazare. *E'*. 1^{er} Sept., 217.
 - Voie d'un mètre Compound articulée pour l'Argentine. *E.* 4 Août, 159.
 - de 0^m,75 pour le Delta égyptien. *E.* 8 Sept., 315.
 - de 1^m,05 pour le Natal. *E'*. 13 Sept., 262.
 - Emploi de la surchauffe (Cross) *Fi.* Sept., 217.
 - Indicateurs de vitesse Flaman. *E.* 23 Août, 244.
 - — Oscillations du matériel roulant (Marie). *AM.* Mai, 491.
- Rails* sur longrines. Fléchissement des (Ende). *E.* 21, 28 Juillet, 69-101.
- Ruptures en service (Job). *JaS.* Août, 97.
- Signaux.* Cloche électrique Mac Lead et Plato. *E.* 1^{er} Sept., 281.
- Progrès en Amérique. *Rgc.* Sept. 229.
 - Avance pétards Clayton. *Rgc.* Sept., 193.
- Vitesse des trains* en Amérique et en Europe (Voisin). *Rgc.* Août, 167.
- Train royal* pour l'Inde. *E.* 15, 29 Sept., 333-399.
- Voie** de 0^m,60. Stabilité des trains (Péchet). *APC.* 1903, n° 26.
- Superstructure aux États-Unis (Bauchal). *Rgc.* Oct., 240.
 - Outillage électrique Collet, pour le per-çage et le bourrage des traverses. *E.* 11 Août, 178. Trénails Collet. *ZOI.* 8, 15 Sept., 501-515.
- Wagon* de 40 tonnes du P.-L.-M. *Rgc.* Sept. 191.
- Auto-déchargeur de l'État prussien. *E.* 13 Oct., 478.
- Voitures* de 2^e et 3^e classe du Midi. *Rgc.* Oct., 301.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Omnibus de chemins de fer. *E'*. 4 Août, 115.

Automobiles. Exposition de Berlin. *ZOL.* 15, 22 Sept., 317-329.

— Voitures industrielles. Essais français. *E'* 11, 25 Août, 131-180. Et fourgons militaires. *Gc.* 2, 9, 16 Sept., 289-307-324.

— camion à vapeur de 5 tonnes. *E'* 13 Sept., 270.

— à pétrole Bayard 1905. *Va.* 29 Juillet, 465.

— Aries. *Va.* 30 Sept., 612. 7 Oct., 628.

Électriques Lohner Porsche. *Elé.* 26 Août, 141.

— à Trolley. *E'* 1, 8 Sept., 210-233.

— Moyeu Rivière. *Va.* 7 Oct., 633.

— Manivelle anti-retour. *Va.* 30 Sept., 620.

— Cartouche Bowden. *Va.* 19 Août, 522.

— Embrayages. *Ri.* 12, 19 Août, 314-321.

— Essieux. *Ri.* 7 Oct., 394.

— Démarreur Lemale. *La Nature*, 22 Juillet, 124.

— Odomètre Veeder. *Va.* 29 Juillet, 470.

— Poussières. Causes et remèdes. *Ri.* 29 Juillet, 295. 5 Août, 301.

— Roues. *Re.* 14 Oct., 404. Élastique Stratta. *Va.* 19 Août, 525.

— Ressorts de suspension. *Va.* 23 Sept., 603.

— Changement de vitesse. Cabannes. *Va.* 19 Août, 526.

— Divers. *Ri.* 26 Août, 335.

— Transmissions Warnant. *Va.* 26 Août, 533.

— Diverses. *Ri.* 2 Sept., 342.

— Direction. *Ri.* 9, 23, 30 Sept., 354, 375, 383.

— Phares à acétylène. *RCp.* 1 Oct., 273.

Motocyclette Peugeot. *Va.* 9 Sept., 569.

Locomotive routière. Pedrail Diplock. *Gc.* 2 Sept., 301.

Tramways. Machines Brown et Crosta à meuler les rails. *E.* 28 Juillet, 112.

— Électriques de Hastings. *E'*, 13 Oct., 358, et chemins de fer. *E'* 25 Août, 191.

— Contrôleurs d'aiguilles Dixon. *E.* 28 Juillet, 113.

— Système récupérateur Raworth. Essai à Birmingham. *Re.* 15 Août, 92.

— Tramway de Malakoff. Alternatif simple Lacour. *Ele.* 12 Août, 97.

— Feeders d'alimentation. Calcul des (Sarrat). *EE.* 19 Août, 270.

— Freims (Spalici). *EE.* 19 Août, 273.

Tramways électriques. Moteur monophasé Westinghouse. *VDI.* 16 Sept., 1519.

— à conducteur sectionné. General Electric. *Re.* 15 Sept., 139.

— Résistance des joints de rails, mesure rapide. Siemens et Halske. *Ie.* 10 Sept., 398.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acétylène. Industrie de l'. *E'* 29 Sept., 302. Combustion. *Cs.* 16 Oct., 1005.

Acides carbonique. Influence de la vapeur d'eau sur sa réduction par le charbon (Boudouard). *CR.* 24 Juillet, 252.

— bibasiques. Synthèse d' (Blanc). *ScP.* 5 Août, 879-897.

— Azotique fabrication. *Cs.* 15 Sept., 924.

— Chlorhydrique et sulfate de soude. Procédé Oehler Meyer. *Eam.* 23 Sept., 533.

— Nitrique. Condenseur pour Skoglund. *Ms.* Oct., 747.

— Phosphorique. Son industrie (Meyer). *ZaC.* 1^{er} Sept., 1382.

— Sulfurique. Équilibre dans le procédé au contact (Bodenstein et Pohl). *Cs.* 15 Juillet, 729. Historique (Winteler). *ZaC.* 22 Sept., 1512. Chambres de plomb. Progrès récents (Luty). *ZaC.* 11 Août, 1253. Théorie (Rascheg), *id.*, 18 Août, 1281.

Acétone. Fabrication (Marshall). *Ms.* Sept., 712.

Actinium. Gaz produits par l' (Debiegne) *CR.* 14 Août, 383.

— et émanium (Markwald). *CN.* 25 Août, 91.

Acoustique. Amplitude du son minimum perceptible (Shaw). *Rso.* 4 août, 360.

— Mégaphone Laudet et Gaumont. *CR.* 31 Juillet, 319.

Alcool. Distillerie de Dammard. *AP.* 20 Juillet, 73.

Azote, poids atomique (Guye). *ScP.* 5 août, 1.

Ammoniaque. Action sur les métaux (Hogkinson et Coste). *CN.* 28 Juillet, 38.

Arsenic, localisation de l' (Denigès). *ACP.* août, 559.

Blanchiment et apprêt du linge (Verefel). *MC.* 1 août, 224, 1 Sept., 263, 1 oct., 288.

Brasserie. Divers. *Cs.* 15, 31 Juillet, 745-809. 16 Oct., 1024.

— Autophagie de la levure de bière (Efron). *ScP.* 20 Juillet, 847.

- Bromures** chauffés dans une atmosphère de bromure d'hydrogène (Keyder). *American journal of Science*. Août, 97.
- de barium, précipitation par l'acide bromhydrique (Thorne). *CN*. 1^{er} Sept., 102.
- Boulangerie** et buanderie de la rue Thenard.
- Calorifuges réfractaires** pour températures élevées. Essais Hutton et Beard). *CN*. 4 août, 51.
- Chaux et Ciments**. Divers. *Cs*. 15 Juillet, 732. 30 Sept., 970. 16 Oct., 1017.
- Portland. Constitution (Richardson). *Cs*. 15 Juillet, 733. Cinquantenaire de son industrie en Allemagne. *ZaC*. 28 Juillet, 1169.
- Mélange de ciments et de scories. *Le Ciment*. Juillet, 101. (Schwabe). *ZaC*. 11 août, 1265.
- Adhérence des mortiers au fer (*id.*), 107.
- Influence des huiles et graisses sur le ciment portland. (*id.*), 109.
- Porosité des matériaux de construction (Thorner). *Cs*. 15 Août, 847.
- Notes sur le ciment (Sankey) *E*. 1^{er} Sept. 269.
- Prise et durcissement des ciments (Jordis). *ScP*. 5 Oct., 1029.
- Chlore**, procédé Deacon, rôle du catalyseur (Levy et Beltoni). *Ms*. Oct., 732.
- Céramique**. Retraits au feu (Lucas). *Cs*. 15 Août, 845. Divers. *Cs*. 16 Oct. 1014.
- Combustion**. Origine de l'eau en excès dans les (Muller). *ScP*. 5 Sept., 933. Procédé Barr pour déterminer les chaleurs de. (Lunge et Grossmann). *ZaC*. 4 Août, 1249.
- Cuivre** destructeur des germes typhiques (Kraemer). *CN*. 28 Juillet, 43. 4 Août, 34.
- Corrosion par l'eau de mer. *Gc*. 23 Sept., 344.
- Chloroborates de calcium** (Ouvrard). *CR*. 7 Août, 351.
- Chrome**. Sulfate chromique dont l'acide est particulièrement dissimulé (Colson). *CR*. 10 Juillet, 119.
- Cyanogène**. Dosage des composés cyanogénés (Feld). *Ms*. Août, 601. Analyse des boues de cyanures. *ZaC*. 18 Août, 1323.
- Cristallisation des solutions sursaturées** (Vitesse de la) Seenhardt). *CR*. 17 Juillet, 188.
- Diamant**. Industrie du. *SA*. 4 Août, 940.
- (les) (Crookes). *CN*. 22 Sept., 135.
- Dissociation du bichlorure de mercure** (Vilttenet et Chenu). *ScP*. 5 Sept., 944.
- Eaux**. Rôle des coagulants dans la classification et la purification des. *Gc*. 26 Août, 283. Protection sanitaire des eaux (Allen). *Fi*. Oct., 297.
- Végétation spontanée et salubrité des eaux (Fabre). *CR*. 25 Sept., 537.
- Eaux minérales**. Origine des. *Eam*. 6 Juillet, 13.
- de sources de Paris; minéraux des (Cayeux). *CR*. 17 Juillet, 229.
- Clarification et stérilisation, procédé américain. *Gc*. 9 Sept., 311.
- Emanium de Girscl**, son spectre (Hartmann). *CN*. 8 Sept., 109.
- Essences et parfums**. Divers. *Cs*. 15-31 Juillet, 748, 812, 15 Août, 856, 13-30 Sept., 985, 936, 16 Oct., 1028.
- dérivés de l'umbellulone (Sees). *Ms*. Août, 622.
- Essence de lauriers de Californie (Power et Lees). (*Id.*), 625.
- — de tilleul. (*Id.*), 630.
- — de rose. (*Id.*), 631.
- — de térébenthine artificielle (Mane). *Gc*. 19 Août, 265.
- — d'oranger, de citronnier (Litterer). *ScP*. 5 Oct., 1079, 1081.
- Europeum**. Spectre phosphorescent. (Crookes). *CN*. 21 Juillet, 25. *Rso*. 4 Août, 411.
- Explosifs**. Divers. *Cs*. 15 Juillet, 751; 13 Sept., 939; 16 Oct., 1031.
- Exsudation de la nitroglycérine des composés gélatineux (Hake). *Cs*. 15 Sept., 915.
- Théorie (Sarrau). *RCp*. 17 Sept., 263.
- Farines**. Influence des éléments de la farine bise sur la formation du gluten et sur la panification (Lindet et Armann). *ScP*. 5 Sept., 1005.
- Fer**. Sulfate ferrique hydraté. Transformations moléculaires (Recoura). *CR*. 10 Juillet, 108.
- Fermentation** à la colophane (Effront). *Ms*. Oct., 721.
- Fluor**, indice de réfraction (Cuthbertson et Pridaux). *CN*. 1 Sept., 109.

- Fluorescence* (Camichel). *CR.* 17-24 *Juillet*, 185, 249.
- de la vapeur de mercure (Hartley). *CN.* 1 *Sept.*, 102.
- Formiates de mercure* (Varet). *ScP.* 3 *Sept.*, 954.
- Gaz. Liquéfaction par le froid.* *Gc.* 23 *Sept.*, 341.
- Gaz d'éclairage.** Introduction du gaz à l'eau dans les cornues de distillation de la houille (Albrech et Boyer). *Ms.* *Août*, 614.
- Procédé Elworthy. *Ri.* 3 *Août*, 303.
- Emploi des terres rares. *RdM.* *Oct.*, 592.
- Chargeur électrique Jenkins. *E.* 6 *Oct.*, 444.
- Graisses diverses.* *Cs.* 30 *Sept.*, 977.
- Huiles d'olive extraites au sulfure de carbone :* (caractérisation des) dans leurs mélanges avec les huiles d'olive (Halphen). *Pc.* 16 *Juillet*, 54.
- Hydrogène procédé électrolytique* (Garuti). *Ri.* 3 *Août*, 307.
- Hydrosulfites** (les) (Bucherer et Schwalbe). *Ms.* *Sept.*, 709.
- Stables en impression (Schmid Garcon). *MC.* 1 *Sept.*, 256, 261.
- de soude, altération et conservation (Lumière). (*Id.*), 250.
- Formaldéhyde (Baumann). (*Id.*), 261.
- Industrie chimique.* Organisation et administration d'une (Divers). *Cs.* 13 *Juillet*, 707.
- Laboratoire.** Divers. *Cs.* 13 *Juillet*, 732, 31 *Août*, 904, 15 *Sept.*, 941, 16 *Oct.* 1033.
- Liqueur de Fehling. Constituant actif (Marre). *RCp.* 23 *Juillet*, 256.
- Densités des vapeurs. Appareil Harrington (*American Journal of Science.* *Sept.*, 225.
- Dosage et séparation des composés cyanogénés (Feld). *Ms.* *Août*, 601.
- — de la silice dans la pierre à chaux (Knight). *CN.* 11 *Août*, 61.
- — de l'huile dans l'eau de condensation des machines à vapeur. *CN.* 8 *Sept.*, 108.
- — volumétrique rapide de l'acide phosphorique (Hirt et Steel). *CN.* 8 *Sept.*, 113.
- — iodométrique de l'aluminium dans les chlorures et sulfates d'aluminium (Mody). *American journal of Science.* *Sept.*, 181.
- Laboratoire.** Dosage du carbone et de l'hydrogène dans les cyanures (Muller). *ScP.* 3 *Sept.*, 951.
- — des halogènes dans les sels halogénés de mercure (Fischer). *Ms.* *Oct.*, 734.
- — des perchlorates et chlorates dans le salpêtre. *Ms.* *Oct.*, 738.
- — des petites quantités de bismuth dans le cuivre et ses minerais (Cloud). *Ms.* *Oct.*, 761.
- — du phosphore dans le carbure de calcium (Lidholm). *Ms.* *Oct.*, 783.
- — du soufre dans les pétroles (Gøstly). *ZaC.* 22 *Sept.*, 1328. La houille (Abel). (*Id.*). 29 *Sept.*, 1360. La pyrite. (*Id.*). 1362.
- — colorimétrique des phosphates. *Ms.* *Oct.*, 779.
- Analyse de la dolomie (Knight). *CN.* 8 *Sept.*, 108.
- — des récipients étamés (Utz). *Ms.* *Oct.*, 765.
- Fixation du titre des acides normaux par l'analyse (Lunge). *ZaC.* 22 *Sept.*, 1328.
- Reconnaissance des nitrates par le diphenylamine (Henrichs). *ScP.* 3 *Sept.*, 1002.
- Précipités; manipulation des (Gooch). *CN.* 11 *Août*, 64.
- Perméabilité aux gaz des substances vitreuses (Berthelot). *ACP.* *Oct.*, 145-164.
- Réfractomètre Abbe. Corrections de température et indices de réfraction de quelques huiles fixes et essentielles (Harvey). *Cs.* 13 *Juillet*, 717.
- Tables des densités des acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, méthodes adoptées par les chimistes américains (Fergusson). *Cs.* 31 *Juillet*, 781.
- Tube chaud et froid. Emploi dans l'étude des réactions chimiques (Berthelot). *ACP.* *Oct.*, 174.
- Lard.* Analyse qualitative (Wesson et Lane). *Cs.* 13 *Juillet*, 714.

- Lactose* ou sucre de lait; industrie (Letang). *RCp.* 4 Oct., 282.
- Mercerisage*, industrie du (Beltzer). *Ms.* Sept., 641.
- Métaux plastiques cristallisés*, Figures de pression ou de percussion (Osmond et Cartaud). *CR.* 10 Juillet, 122.
- Optique.** Détermination de la réfraction à différentes hauteurs (Lœvy). *CR.* 17-31 Juillet, 157, 289.
- Lanterne pour projection des objets opaques. *Gc.* 26 Août, 285.
 - Jumelle à prisme Morin. *Gc.* 5 Août, 233.
 - Caractères optiques des minéraux biréfringents (Wright) *American Journal of Science.* Oct., 285.
 - Stéréoscope dièdre à grand champ à miroir bissecteur (Pigeon). *CR.* 24 Juillet, 247.
- Oxyde de zinc :** extension à l' — d'une méthode de reproduction de silicates de potasse et d'autres bases (Dubom). *CR.* 24 Juillet, 254.
- Ozone*, Formation par les rayons ultra violets (Fischer et Brachner). *CN.* 22 Sept., 141.
- Papier** couché, fabrication et emploi (Sindall). *Cs.* 31 Juillet, 770.
- Influence du collage à la gélatine sur la résistance des papiers (Beadle et Stevens). *Cs.* 31 Juillet, 775.
 - Divers. *Cs.* 15 Août, 885, 15-30 Sept., 937, 983.
- Pétrole* de la torbanite (Petrie). *Cs.* 15 Oct., 996.
- Phosphates et sels de potasse*, Sources et fabrication (Voocher). *Fi.* Sept., 211.
- Photographie.** Divers. *Cs.* 15 Juillet, 750.
- Gélatine chomatée; théorie de l'insolubilisation (Lumière et Segewitz). *ScP.* 3 Oct., 1032, 1040.
 - Photostéréoscope Prisma Tournier. *Cosmos.* 29 Juillet, 115.
- Phosphore*, Sous-iodure de — et son rôle dans la transformation allotropique du (Boulough). *CR.* 24 Juillet, 256.
- Préparation du (Hempel). *Ms.* Oct., 741.
 - blanc libre dans le phosphore industriel. Recherche du (Vignon). *ScP.* 20 Juillet, 805.
 - Oxydation du (Jorissen). *CN.* Août, 62.
- Platine et iridium*, Séparation (Quennesen). *CN.* 21 Juillet, 29. *ScP.* 5 Août, 875.
- Quelques combinaisons (Blondel). *ACP.* Sept., 81.
- Poids atomiques*, Oxygène, azote, hydrogène (Hanssen). *CN.* 13 Oct., 172.
- Point critique*, État de la matière au (Berhand et Lecarme). *CR.* 31 Juillet, 320 (Ravaud). *CR.* 7 Août, 348.
- Quinine*, Chlorhydrate neutre (Carette), sels de — et sels ammoniacaux (Gingues). *PC.* 1^{er} Oct., 299, 303.
- Radium* tiré de l'uranium (Boltwood). *American Journal of Science.* Sept., 239.
- Rayons α du (Becquerel). *CR.* 11 Sept., 485.
- Radio-activité** par l'uranium (Becquerel). *CR.* 10 Juillet, 87. Désagrégation ultime des éléments radio-actifs (Boltwood) *American Journal of Science.* Oct. 253.
- et radium dans les minerais australiens (Maroson et Laby). *CN.* 28 Juillet, 39.
 - Phosphorescence du sulfure de zinc par les gaz condensés obtenus en chauffant les terres rares (Backersville et Lockart). *American Journal of Science.* Août, 93.
 - Action de l'émanation du radium sur les minéraux et gemmes. (*Id.*), 95. — Divers. *EE.* 26 Août, 307.
- Résines et vernis.** Divers. *Cs.* 15-31 Juillet, 742, 807, 31 Août, 899, 15 Sept., 933.
- Résine de gaiac (Petit et Mayer). *CR.* 17 Juillet, 193.
 - Revue des vernis (Tixier). *Ms.* Août, 576.
- Rubidium et Cæsium*, Nouvelle préparation (Haskpill). *CR.* 10 Juillet, 106.
- Sodium*, Amalgames de (Schuller). *RdM.* Août, 430.
- Soude à l'ammoniaque* (procédé de la) au point de vue de la loi des phases (Fedoloeff). *Ms.* Sept., 652.
- Soufre*, Procédé Frash. *Ms.* Oct., 784.
- Spectro-chimie*, Évolution de la (Bruhl). *CN.* 13 Oct., 174.
- Sucrierie.** Divers. *Cs.* 31 Juillet, 808.
- 15-30 Sept., 935, 978.
 - Monte-jus Laurent. *Eam.* 23 Sept., 543.
- Superphosphates*, Développement de l'industrie depuis l'origine (Klippert). *Ms.* Oct., 769.

- Tannerie.** Divers. *Cs.* 15 *Juillet*, 743, 16 *Oct.*, 1023.
- Tantale.** Minerais en France. *CN.* 28 *Juillet*, 45. (1e). *E.* 1^{er} *Sept.*, 286, et ses alliages. *CN.* 4 *Août*, 50.
- Terbium.** Isolement du (Urbain). *CR.* 18 *Sept.*, 521.
- Teinture.** Action du silicate de soude et de la soude caustique sur le mordant de chrome (Faver). *SiM.* *Avril*, 150.
- Progrès en 1903-1904 (Wahl). *Ms.* *Oct.*, 723.
 - Matières colorantes nouvelles (Barbier). *SiM.* *Avril*, 154.
 - Revue des (Reverdin). *Ms.* *Août*, 370.
 - Nouveaux colorants hydroziniques (Prudhomme). *SiM.* *Avril*, 155.
 - Matières colorantes vertes obtenues par condensation de la nitrosodiméthylamine avec les benophénones polyhydroxylées (Eliasberg). *SiM.* *Avril*, 157.
 - Divers. *Cs.* 15-31 *Juillet*, 15-31 *Août*, 723, 726, 795, 797, 885, 841, 15 *Sept.*, 919. *MC.* 30 *Août*, 228, 1^{er} *Sept.*, 272; 1^{er} *Oct.*, 962, 965, 16 *Oct.*, 1008.
 - Teinture en écheveaux (Garçon). *MC.* 1 *Août*, 217. En couleurs d'Ursol. *Mc.* 1 *Oct.*, 305.
 - des peaux et fourrures, *ZaC.* 1 *Sept.*, 1377.
 - Fixation par impression des colorants sulfurés à l'aide de l'hydrosulfite formaldéhyde (Favre). *MC.* 1^{er} *Août*, 221.
 - Couleurs solides aux alcalis de la classe du tryphenylméthane (*id.*), 223.
 - Redos et leur fabrication. *MC.* 1 *Oct.*, 286.
 - Identification des couleurs sur les fibres animales (Green). *Cs.* 16 *Oct.*, 1034.
 - Décoloration des gommes dites insolubles (Maklin). *SiM.* *Mai*, 255.
 - Chromaline D. *MC.* 1^{er} *Oct.*, 286.
 - Valeur de l'acide tannique pour le teinturier. Son évaluation (W. Williams). *Cs.* 31 *Août*, 877.
 - Acide formique, application à la teinture de la laine (Abt). *MC.* 1^{er} *Sept.*, 240.
- Thermométrie** des basses températures par le couple thermo-électrique (Dewar). *CN.* 13 *Oct.*, 169.
- Thermochimie.** Valeur relative des méthodes calorimétriques employées pour la détermination de la chaleur de combustion des hydrocarbures volatils (Thomsen). *Ms.* *Août*, 562-569, 632.
- Thorium.** Séparation des oxydes du groupe Yttrium Cerium (Gilles). *CN.* 21 *Juillet*, 30.
- Vaporisation de l'eau.** Équivalent mécanique (Hough). *American Journal of Science.* *Août*, 81.
- Verre.** Coloration dans les verres métalliques (Garnett). *CN.* 28 *Juillet*, 37. *Rso.* 4 *Août*, 370.
- Divers. *Cs.* 30 *Sept.*, 970.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

- Accidents du travail.** Musée de prévention au Conservatoire des Arts et Métiers. *Ef.* 20 *Juillet*, 171.
- Algérie.** Situation. *Ef.* 7-14 *Oct.*, 513, 545.
- Allemagne.** Production des vins en 1904. *SL.* *Juin*, 614.
- Commerce extérieur. 1^{er} trimestre 1905. *SL.* *Juin*, 617.
 - Activité commerciale. *Ef.* 9 *Sept.*, 367.
 - Syndicat de l'acier. *Ef.* 13 *Sept.*, 265.
- Angleterre.** Situation économique et financière. *SL.* *Juillet*, 116.
- et ses colonies en 1903-04. *SL.* *Août*, 239.
 - Nouvelle loi des brevets. *E.* 25 *Août*, 254, 1^{er} *Sept.*, 288.
 - Banques en 1904. *SL.* *Août*, 234.
- Argentine.** Situation. *Ef.* 23 *Sept.*, 445.
- Australie.** Résultats commerciaux et financiers de 1904. *Ef.* 16 *Sept.*, 409.
- Assurances.** Opérations des Compagnies Françaises d'assurance incendie en 1904. *Ef.* 26 *Août*, 314.
- Ouvrières en Autriche. *Ef.* 23 *Sept.*, 446.
 - — contre l'invalidité. *Rso.* 16 *Oct.*, 547.
- Assistance.** Droit à l' et Société de Secours mutuels. *Ef.* 29 *Juillet*, 166.
- Banques d'émission** en Allemagne depuis 1803. Et en Suisse. *SL.* *Sept.* 358, 363.
- Bienfaisance.** Office central des œuvres. Rapport de 1905 (Rivière). *Rso.* *Août*, 273.

- Chefs d'industrie*. Formation des (Arnould). *Rso.* Août, 245.
- Chine*. Commerce extérieur en 1904. *SL.* Juin, 635. *E.* 20 *Juillet*, 120.
- Nouvelle attitude vis-à-vis de l'Occident. *Ef.* 22 *Juillet*, 125.
 - Port de Hong-Kong. *Ef.* 12 *Août*, 244.
 - Situation monétaire. *SL.* *Juillet*, 127.
- Canada*. Développement du. *Ef.* 9 *Sept.*, 369.
- Coopératives de consommation des fonctionnaires de l'État français*. *Ef.* 19 *Août*, 273.
- Mouvement coopératif, en Hongrie (de Rocquigny). *Musée Social.* *Juillet*.
- Éducation professionnelle des ingénieurs* (Summerfield). *E.* 10 *Août*, 203.
- École professionnelle des travaux publics*. *Ge.* 12 *Août*, 241.
- Électricité*. Fusion commerciale de l'industrie électrique allemande. *Ele.* 29 *Juillet*, 66.
- Enseignement populaire et ses épreuves* (De-laire). Technique et professionnel aux États-Unis (Lepelletier). École supérieure communale du Hainaut à Mons (Van Canegen). *Rso.* *Sept.*, 304, 352, 377.
- *professionnel et ménager des filles aux XVI^e et XVII^e siècles* (Babeau). *Rso.* *Août*, 205.
 - Commercial et industriel en France. *Rso.* 46 *Oct.*, 526, 577.
- Espagne*. Commerce extérieur. 1^{er} trimestre 1905. *SL.* *Juin*, 622.
- États-Unis*. Associations patronales pour les relations avec le travail (Willoughby). *Musée Social.* *Septembre*.
- Avenir de la Sidérurgie. *E.* 13 *Sept.*, 354.
 - Commerce extérieur en 1904 1905. *Ef.* 26 *Août*, 305.
 - Caisses d'épargne de 1820 à 1904. *SL.* *Août*, 252.
- France**. Revenu de l'État. *SL.* *Juin*, 591. *Juillet*, 69.
- Dette publique. *SL.* *Juillet*, 62.
 - Découvert du trésor au 1^{er} janvier 1905. (*Id.*), 106.
 - Commerce extérieur. *SL.* *Juin*, 590. *Juillet*, 106.
 - Commerçants et industriels de France situation actuelle. *Rso.* 1^{er} *Oct.*, 445.
- France**. Compagnies françaises d'assurances Vie, opérations en 1904. *Ef.* 22 *Juillet*, 132.
- Ralentissement des plus-values d'impôt. *Ef.* 22 *Juillet*, 121.
 - Fraudes des vins et alcools à Paris (Poubelle). *SVA.* *Juillet*, 632.
 - Marine française. Nouveau projet de loi. *Ef.* 29 *Juillet*, 168.
 - Bourse du travail de Paris. *Ef.* 23 *Sept.*, 495.
 - Contributions directes, réclamations. *Ef.* 5 *Août*, 206.
 - Assurance aux vieillards. Loi. *SL.* *Juillet*, 1.
 - Pillage du budget par les associations de fonctionnaires. *Ef.* 2 *Sept.*, 333.
 - Ports de Gènes et de Marseille. *Ef.* 4 *Août*, 208.
 - Postes, service des. *Ef.* 26 *Août*, 301.
 - Agriculture française et nouveaux tarifs douaniers étrangers. *Ag.* 19-26 *Août*, 299, 335.
 - Loi pour réprimer la fraude des vins. *Ag.* 17 *Août*, 204.
 - Industrie de la région lyonnaise. *Ef.* 26 *Août*, 303.
 - Répression des fraudes et falsifications sur les denrées alimentaires, vins et spiritueux. Lois du 1^{er} août 1905. *SL.* *Août*, 137, 143.
 - Relèvement social à la campagne. Essai de (Chaperon). *Rso.* 16 *Oct.*, 566.
 - Importation du bétail et des chevaux. Décret du 11 juin 1905. *SL.* *Août*, 148.
- Filatures de coton en Russie* (Borchard). *ScM.* *Juin*, 343.
- Grèce*. Commerce extérieur de 1893 à 1903. *SL.* *Juin*, 624.
- Habitations à bon marché*. *Ef.* 22 *Juillet*, 130, 5 et 12 *Août*, 199 et 236.
- Congrès allemand. *SiM.* *Juin*, 291.
- Hambourg et son rôle économique*. *Rso.* *Sept.*, 325.
- Italie*. Budgets depuis 1886. *SL.* *Juin*, 625.
- Japon*. Avenir économique (Vialatte). *SiM.* *Avril*, 133. *E.* 13 *Sept.*, 353.
- Science de l'ingénieur au. *E'*. 22 *Sept.*, 283.
- Java*. Conditions du travail (L. Clark). Bureau of Labor. *Mai*, 906.

Logements d'ouvriers (Insalubrité des). *Rso.* 16 Oct., 571.
Londres (Trafic de). *E.* 21 Juillet, 85.
Madagascar. Rapport du général Galliéni. *Ef.* 29 Juillet, 165. 12 Août, 238.
Mainmorte religieuse et mainmorte philanthropique. *Ef.* 29 Juillet, 161.
Métaux. Consommation et prix. Cuivre et plomb. *Ef.* 14 Oct., 551.
Paris (Outillage et gares d'eau du port de). *Ef.* 26 Août, 308.
Personnes morales (Propriétés des). *Ef.* 22 Juillet, 123.
Protection du travail. Conférence internationale de Berne. *Rso.* 1^{er} Oct., 445, 466.
Philippines. Conditions du travail (Clark). Bureau of Labor. *Mai*, 721.
Redistribution des usines. *E.* 22 Sept., 383.
Rémunération du travail. *E.* 29 Sept., 413.
Salaires de la femme mariée dans tous les pays. *Ef.* 16 Sept., 407.
Syndicats. Mouvement syndical. *Ef.* 7 Oct., 517.
Statistique. Institut international à Londres. *Ef.* 19 Août, 271.
Successions. Statistique. *Ef.* 23 Sept., 441.
Sucres. Crise du marché. *Ef.* 5 Août, 199.
Trade Unions (Congrès des). *E.* 15 Sept., 351.
Travail rural en Andalousie (Lorin). *Musée Social*. Août.
Traités de commerce (retour aux). *Ef.* 19 Août, 269.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Barrages. Expériences sur leur résistance (Wilson et Gore). *E.* 4 Août, 134. (Pearson) (*Id.*) 11 Août, 171.
Capuchons mobiles pour cheminées. *Ac.* Oct., 159.
Ciment armé. Comme ignifuge. *E.* 6 Oct., 438.
 — (Développement des constructions en). *Le Ciment*. Juillet, 100.
 — (Ponts en). (Forestier). *Bam.* Août, 859.
 — (Calcul des ouvrages en) d'après les règlements administratifs. *Ac.* Août, 123. Oct., 150.
 — Effondrement du réservoir des eaux de Madrid. *Gc.* 23 Sept., 342.
 — Association des fabricants allemands de ciment Portland. Rapport de la

commission des normes. *Le Ciment*. Août, 118.
Ciment armé. Cheminée d'usine en ciment armé. (*Id.*) 124.
Corniche de l'Esterel (Therel). *APC.* 1905, n° 25.
Egout. Bouche à fermeture automatique Somma. *Gc.* 26 Août, 284.
Fondations en terrains vaseux (Espitallier). *Gc.* 16 Sept., 322.
Incendies. Station d'essai de constructions ignifuges. *E'*. 21 Juillet, 62.
 — Services d'incendies du continent. *E.* 4-11 Août, 136, 171. 1-22 Sept., 271, 369.
Levé des plans photo-topographique. *Ac.* Août, 121.
Ponts. Sur le Zambèze. *E.* 21 Juillet, 75, 4 Août, 137.
 — de Grosvenor. Elargissement. *E'*. 29 Sept., 308.
 — de Thèbes sur le Mississipi. *E'*. 21 Juillet, 56. 11 Août, 132.
 — Maximilien à Munich. Accident au. *Gc.* 22 Juillet, 200.
 — Treskow à Berlin. *VDI.* 29 Juillet, 1243. 5 Août, 1268.
 — Sur la Mattig, Autriche. *E'*. 28 Juillet, 96.
 — Sur le Saint-Laurent. *E.* 22 Sept., 374.
 — Bascule sur l'Oder à Stettin. *Gc.* 19 Août, 257.
 — tournant du Portage Lake. Renversement du. *Gc.* 5 Août, 232.
 — Moments de flexion maximum dus aux charges roulantes. *E'*. 21 Juillet, 54.
 — Fondations à l'air comprimé (Boycott). *E'*. 4-11 Août, 103, 136.
 — Arcs encastrés. Calcul des (Pigeaud). *APC.* 1905, n° 28.
 — Anatomie des ponts (Thorpe). *E.* 11 Août, 169. 25 Sept., 367.
Rouleau compresseur à charge variable Vinsonneau. *Bam.* Oct., 970.
Tunnels de Chicago. *E'*. 21-28 Juillet, 59, 93.
 — tubulaires en terrains aquifères, traversée de la Seine par le métropolitain (Birault). *IC.* Juin, 852.
 — En ciment armé. *E'*. 13 Sept., 259.
 — des Alpes. Aération (Brabbe). *ZOI.* 11-25 Août, 453, 481.
 — du Simplon. Résultats scientifiques (Schardt). *ScM.* Juin, 257.
Université de Birmingham. *E.* 1^{er} Sept., 274.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs Junger Edison. *Re.* 15 *Juillet*, 21. Aigle. *Elé.* 14 *Oct.*, 243.

- New Solid. Électrode nickel pour accumulateur Alcalin. *EE.* 14 *Oct.*, 77.
- Charge automatique dans l'éclairage avec dynamos et accumulateurs. Économie dans les conducteurs de réducteurs pour batteries d'accumulateurs. *Re.* 30 *Juillet*, 51-53. Nickel-fer (Grifenberg). *Re.* 15 *Oct.*, 207. Bijur. *Elé.* 9 *Sept.*, 161.
- Mise en parallèle d'une batterie tampon avec une dynamo compound, emploi d'une batterie d'opposition (Sarrat). *Re.* 15 *Août*, 87.
- Réducteur Liebanow. *Elé.* 12 *Août*, 107.
- Divers. *EL.* 30 *Sept.*, 307.
- Bainville. *Re.* 30 *Août*, 109. Zierenberg (*Id.*) 110.

Brouillards et fumées (dissipateurs de). *EE.* 23 *Sept.*, 441.

Câbles en fil d'acier comme conducteurs. *EE.* 15 *Juillet*, 72.

Chauffage électrique Lafond. *Elé.* 19 *Août*, 123.

Commuteurs fonctionnant à vide. Chute de tension. *Re.* 25 *Juillet*, 319.

- et moteurs-générateurs (Waters). *EE.* 12 *Août*, 235.
- Arnold. *EE.* 7 *Oct.*, 46.

Commuatrices. Rapport des tensions (Clinton). *Re.* 15 *Oct.*, 206.

Condensateur électrolytique à l'aluminium. *Elé.* 29 *Juillet*, 71.

- étalon Rymer Jones. *Elé.* 26 *Août*, 139.

Convertisseur rotatif en cascade de la Compagnie électrique de Nancy. *Re.* 15 *Août*, 87.

Courant alternatif de haute fréquence. Expériences (Simon et Reuh). *EE.* 22 *Juillet*, 107.

Diélectriques liquides (de Villemontée). *CR.* 17 *Juillet*, 179.

Disjoncteur tripolaire à minima Charlet. *Re.* 30 *Sept.*, 178.

Distributions (Les) (Ayrton). *E.* 22 *Sept.*, 380.

- Conditions les plus favorables pour le transport de l'énergie (Sarrat). *Sie.* *Juillet*, 483.
- (Calcul des réseaux de) (Gotti). *EE.* 26 *Août*, 281.

Tome 107. — Octobre 1905.

Distributions. Combinateur pour moteurs Thomson Houston. *Re.* 16 *Sept.*, 134.

- Défauts. Localisation sur les réseaux à hautes tensions (Groves). *EE.* 15 *Juillet*, 69.
 - Échauffement des câbles à 3 conducteurs torsadés placés en terre (Hermann). *EE.* 15 *Juillet*, 64.
 - Économie dans les conducteurs (Sarrat). *EE.* 30 *Sept.*, 181, 7 *Oct.*, 5.
 - Réglage de la tension par lampes au carbone et au tantale (Kenneby et Whiting). *EE.* 26 *Août*, 310.
 - Régulateurs de tension pour courants alternatifs Thomson Houston et Feuzi. *Re.* 15 *Sept.*, 133.
 - Rendement des lignes de transmission (Pender). *EE.* 2 *Sept.*, 353.
 - Tableaux pour hautes tensions (Andrews). *Elé.* 22 *Juillet*, 54.
 - Diagrammes des lignes aériennes à courants continus (Claveleiza). *Re.* 30 *Sept.*, 173.
 - Lignes à haute tension, protection. Neu. *EE.* 30 *Sept.*, 161.
 - Facteurs des puissances dans les circuits triphasés par la méthode des deux wattmètres. *Re.* 25 *Sept.*, 413.
 - Poteaux. Connexions métalliques avec la terre pour les hautes tensions (Norberg Schulz). *EE.* 15 *Juillet*, 72.
- Disjoncteur* à action différée. *Re.* 30 *Août*, 111.
- Zani, à huile (*id.*). 112.
 - Kennedy. *Re.* 15 *Sept.*, 133.
- Dynamos.** Alternateurs (les). *Fi.* *Oct.*, 253.
- Caractéristiques en court circuit. Prédétermination (Torda). *EE.* 22 *Juillet*, 113. A champ double pour courants polyphasés (Zichl). *Re.* 10 *Oct.*, 437.
- Détermination de la chute de pression par diagramme (Berchmon). *Re.* 15-30 *Août*, 76, 97.
 - Acycliques. *Gc.* 29 *Juillet*, 217.
 - Pertes. *Re.* 25 *Août*, 367. Dans les machines à courants continus (Linke). *EE.* 29 *Juillet*, 152. Par courants de Foucault dans le cuivre de l'induit (Loewenher et Hoop). *EE.* 14 *Oct.*, 71. Par frottements. *EE.* 23 *Sept.*, 470.
 - dans le fer avec champs tournants (Hermann). *EE.* 23 *Sept.*, 467.

- Dynamos.** Isolement des encoches d'armature dans les alternateurs à haute tension (Hobart). *Re.* 30 Août, 107.
- continues (Spécification des) (Sentins). *EE.* 5 Août, 193.
 - Séparation des — avec pôles auxiliaires pour la commutation (Breslauer). *Elé.* 23-30 Sept., 193, 217; 7. Oct. 234.
 - à pôles auxiliaires (Breslauer). *EE.* 2 Sept., 346.
 - Analyse des harmoniques (S. P. Thomson). *Ie.* 10 Août, 342; *Re.* 15 Sept., 454.
 - Facteurs limites de construction des dynamos à courants continus (Sentins). *Elé.* 30 Sept., 164.
 - Auto-excitation des dynamos à courants continus (Beaufort). (*id.*) 168.
 - Asynchrones. Diagramme du cercle et résistance primaire (Perez). *EE.* 19 Août, 265.
 - à pôles de commutation (Roth). *EE.* 16 Sept., 433.
 - Alternateurs d'induction. *EE.* 26 Août, 308.
 - — avec collecteur Gramme (Latour). *Re.* 30 Sept., 170.
 - — Pertes dans le fer. *EE.* 26 Août, 309.
 - — (Essais des) (Smith). *EE.* 2 Sept., 350.
 - — Synchronisation automatique (Diény). *Re.* 15 Sept., 129.
 - — à double champ pour courants alternatifs (Zichl). *EE.* 30 Sept., 500.
 - — Rhéostats de démarrage (Trombert). *Bam.* Oct., 956.
- Moteurs à 1/2 pôles.** Commutation (Catterson-Smith). *Re.* 15 Juillet, 24.
- asynchrones polyphasés. Pertes dans le fer (Bragstad). *EE.* 22 Juillet, 110.
 - — Glissement des) (Tian). *EE.* 22 Sept., 321.
 - à courants continus. Application, démarrages, freinages. *Ie.* 25 Juillet, 327.
 - commandés par relais et combinateurs (Dubois). *Ie.* 10 Sept., 389.
 - Alternatif-Série (Creedy). *Re.* 30 Juillet, 55.
 - monophasés (Lamme). *EE.* 14 Oct., 74.
 - Lundell. Zweigberk et Peebles. *EE.* 12 Août, 236.
- Moteurs à grande variation de vitesse.** *Re.* 30 Août, 113.
- à répulsion compensée Lehmann. *EE.* 14 Oct. 74.
 - Winter Eichberg. Théorie. *EE.* 30 Sept., 502.
 - Morris. Hakwkins. *E.* 29 Sept., 408.
- Éclairage.** Arc dans le vide. *EE.* 26 Août, 303, 306.
- — Chantant (Blondel). *EE.* 15, 22 Juillet, 41, 81. 15 Août, 201.
 - — Hystérésis de l'arc (Simon). *EE.* 29 Juillet, 144, 5, 13 Août, 180, 228.
 - — Force résiduelle électromotrice de l'arc de rupture entre deux charbons. *Ie.* 23 Sept., 414.
 - — Lampe Besson Berges. *Elé.* 5 Août 86.
 - — Incandescence. Lampe Edison. Développement de 1881-1905 (Marshall). *Fi.* Juillet, 2.
 - — Lampe au tantale. *EE.* 22 Juillet, 116.
 - — Lampe au zirconium. *Ms.* Août, 621.
 - — Lampe au mercure. *Elé.* 14 Oct., 351. Ferguson. *Re.* 30 Août, 445.
 - — Rapport entre l'intensité lumineuse moyenne sphérique et moyenne horizontale. *Ie.* 10 Août, 341.
 - — Nouveau filament au carbone Howell. *EE.* 19 Août, 277; *Ie.* 26 Août, 373; *Elé.* 16 Sept., 177.
- Electro-Chimie.** Divers. *Gs.* 15, 31 Juillet, 738, 805; 31 Août, 895; 15 Sept., 930; 16 Oct., 1021; *Ms.* Sept., 675-691; *Re.* 15 Sept., 150. Progrès en 1904. *ZaC.* 22 Sept., 1505.
- Cyanures et nitrates, fabrication électrique (Boilian). *Gc.*
 - Effluves. Applications chimiques et industrielles. *Elé.* 19 Août, 116.
 - Four électrique (Le). Minet). *Ms.* Août, 589. (Picavel). *Re.* 30 Août, 120.
 - Cuivre. Traitement électrolytique des boues du raffinage, procédé Betts. *Re.* 15 Sept., 148.
 - Fabrication électrochimique des sels de cuivre (Champagne). *Re.* 15 Sept., 151.

- Électro-chimie.** Galvanoplastie. (Chimie de la) (Banesft). *Fi. Août*, 139.
- Matériaux pour résistances (Fitz Gerald). *Rdm. Août*, 443.
 - Oxydation électrolytique des hydrocarbures de la série benzène. *CN. 11 Août*, 66.
 - plomb en solution fluosilicique (Raffinage du). (Senn.). *Re. 15 Juillet*, 28. Réduction des oxydes. *Ie. 23 Sept.*, 423. Raffinage électrolytique. Procédé Belt. *Ms. Sept.*, 673.
 - Zinc. Dépôts électrolytiques de : propriétés (Burgess). *Rdm. Août*, 435.
 - Soupapes électrolytiques à électrodes inégales (Holtz). *EE. 9 Sept.*, 395.
 - — à lame d'aluminium (Peters et Lange). *EE. 16 Sept.*, 437.
 - Formation de précipités peu solubles dans l'électrolyse, et servant d'anodes solubles. (Le Blanc et Bindshelder). *Ms. Sept.*, 684.
 - Électrolyse de l'eau. Applications industrielles. *Ie. 10 Sept.*, 400.
- Électrons.** Résultats et problèmes de leur théorie (Lorentz). *EE. 29 Juillet*, 121, 5 *Août*, 161. *Elé. 2 Sept.*, 148.
- Électricité atmosphérique (L')** (Simpson). *EE. 22 Juillet*, 104.
- Electro-aimants.** Calcul de la puissance mécanique. *EE. 23 Sept.*, 471.
- Isolateurs** à hautes tensions. Fabrication. *EE. 12 Août*, 233.
- des lignes aériennes. *E'. 6, 13 Oct.* 329, 351.
- Laboratoire d'électricité** de l'École des Mines de Paris (Roberjot). *A.M. Mai*, 527.
- Magnétisme.** Propriétés magnétiques d'alliages sans fer (Fleming et Hadfield). *EE. 5 Août*, 186.
- Alliages magnétiques sans fer. *Ie. 25 Août*, 365.
- Mesures** des coefficients d'aimantation, et étude du champ magnétique Méslen. *CR. 10 Juillet*, 102. Magnétiques travaux récents (Armagnat). *Re. 15 Oct.*, 193.
- des intensités des champs magnétiques (Parchin). *EE. 22 Juillet*, 117.
 - des faibles résistances (Weld). *EE. 26 Août*, 318. Des courants alternatifs, appareil Nortrup. *Re. 15 Oct.*, 216.
- Mesures.** Voltmètre à mercure et compteurs électrolytiques. *Re. 15 Août*, 94.
- — électrostatique pour 200 000 volts. *Jona. Ie. 10 Sept.*, 394.
 - Poste d'essais pour la vérification de l'état des conducteurs télégraphiques. *Elé. 2, 23, 30 Sept.*, 145, 197, 214.
 - Dimensions générales rationnelles et réelles des quantités magnétiques et électriques (Miaux). *EE. 19 Août*, 241.
 - Ampèremètres pour courants alternatifs. Étalonnage (Northrup). *EE. 26 Août*, 319.
 - Détermination du moment d'entrée des courants utilisés dans la mesure de la composante horizontale du champ terrestre (Watson). *Re. 30 Août*, 125.
 - Cymomètre ou ondomètre Fleming. *Ie. 10 Sept.*, 391.
 - Galvanomètre L. Girard. *Elé. 16 Sept.*, 184.
 - Compteurs moteurs (Erreurs des). *Bam. Oct.*, 938.
 - Voltmètre électrostatique pour hautes tensions Grau. *Re. 15 Juillet*, 29.
- Parafoudres** divers. *EE. 26 Août*, 287, 2 *Sept.*, 324.
- Paratonnerres.** Commission anglaise. Rapport. *Elé. 14 Oct.*, 245.
- Piles** thermo-électriques. Relation entre la force électromotrice et la température (Palme). *EE. 19 Août*, 264.
- étalon de basse tension. *Ie. 23 Sept.*, 426.
 - au charbon (Berthier). *Revue scientifique. 30 Sept.*, 7 *Oct.*, 458.
- Résistance du contact** (Blum). *ACP. Août*, 433.
- Résonance** dans un système libre et dans un système à liaison. *Ie. 23 Sept.*, 416.
- Stations centrales** de Turbigo. *EE. 5 Août*, 179.
- de Hambourg. *VDI. 26 Août*, 1377, 9-16 *Sept.*, 1463, 1509, 7 *Oct.*, 1629
 - américaines et européennes (Koster). *EM. Août*, 689.
 - de Lille et sa banlieue. *Ie. 10 Août*, 346.
 - de Sclessin. *E'. 13 Sept.*, 256.
 - Réglage automatique du débit d'une usine à courant continu. *Elé. 19 Août*, 113.
 - hydro-électrique de la Haute-Italie. (Semenza). *IC. Août*, 195.

Stations centrales de Dresde (Électricité et chauffage). *E'*. 6, 13 Oct., 330, 353.

Télautographe (le) (English). *Fi.* Oct., 242.

Télégraphie. Vérification de l'état des conducteurs télégraphiques et téléphoniques. *Elé.* 9 Sept., 162.

Système de rappel des télégraphes belges. *Re.* 15 Sept., 140.

— sous-marine. Câbles (Hildebrandt). *VDI.* 26 Août, 1392.

— sans fils et les ondes électro-magnétiques (Franklin). *Fi.* Juillet, 51.

— — Résistance au contact, pression et cohérence (Leblanc). *ACP.* Sept., 3.

— — Intensité des courants dans la. *Elé.* 22 Juillet, 50.

— — Récepteur Hettinger. *EE.* 22 Juillet, 114. Fessendum, Muished-Murgas. *EE.* 26 Août, 315.

— — Divers. *Dp.* 22, 28 Juillet, 459, 475.

— — Artom. *EE.* 9, 30 Sept., 393, 506. *Re.* 15 Sept., 142.

— — Mesures relatives à la Duddell et Taylor. *EE.* 29 Juillet, 153, 5 Août, 1951, 23 Sept., 474.

— — des longueurs d'ondes d'oscillations électriques (Gercke). *EE.* 2 Sept., 356.

— — Détecteur électrolytique à pointe métallique (Ferrié). *CR.* 31 Juillet, 315, et télé mécanique (Branly). *Elé.* 12 Août, 103.

Téléphonie (la) (Webb). *SA.* 15, 22 Sept., 1039, 1057.

— Bobines Pupin. Emploi sur la ligne téléphonique de Vienne-Innsbruck. *Elé.* 19 Août, 117.

— Sans fil. Fessenden. *Re.* 15 Sept., 143.

— Réseau de Paris. *Elé.* 16-30 Sept., 179, 209.

— Câble du lac de Côme. *Elé.* 26 Août, 133.

— sous-marine allemande. *Elé.* 9 Sept., 169.

Transformateurs Tesla. Construction rationnelle (Drude). *Re.* 15 Août, 85.

HYDRAULIQUE

Barrage de Lerchenmatt. *ScM.* Mai, 205.

— (Stabilité des). (Pearson.) *E.* 11 Août, 171.

Cylindres hydrauliques et leurs distributions. Calcul (Bottcher). *Société d'Encouragement de Berlin.* Juin, 281.

Distributions d'eau de Saint-Pourçain-sur-Séoul au gaz pauvre. *Ri.* 5 Août, 303.

— Coolgardie par une conduite de 565 kilomètres. *Gc.* 26 Août, 279.

— de Talla. *E'*. 1^{er} Sept., 214.

Grille pour l'enlèvement des matières charriées par les eaux. *Gc.* 14 Oct., 385.

Filtres en porcelaine d'amianté Moran. *Ri.* 26 Août, 335.

Indicateurs de niveau d'eau (Vidal et Kauffmann). *APC.* 1905, n° 27.

Pompes à incendies Merryweather. *E'*. 21 Juillet, 72.

— Leavitt de 270 000 m³. *RM.* Août, 159.

— des eaux de Buda Pesth. *E'*. 22 Sept., 286.

— Centrifuges et turbo-pompes (Mueller). *VDI.* 22 Juillet, 1181. Multicellulaires. *Gc.* 23 Sept., 346.

— — Resdon Sulzer. Essais. *AMA.* 29 Juillet, 50. *EE.* 9 Sept., 379.

— — Emploi dans les ports et canaux (Rousselet). *Bam.* Juillet, 688.

— Davey. Eaux de Rosario. *E'*. 18 Août, 156.

— Électrique à courses variables Sinclair. *E.* 1 Sept., 273.

— Rotative Samain. *Ri.* 19 Août, 324.

— à vapeur double Snider. *Ri.* 2 Sept., 341.

Roue Pelton avec ajustage réglable Pitman. *E.* 13 Oct., 495.

Stuffing box hydraulique Holmes et Davy. *E.* 8 Sept., 329.

Turbines. Station de Cusset. *E'*. 21 Juillet, 60. Des nouvelles stations électriques autrichiennes. *ZOI.* 6 Oct., 549.

— Coups de bélier dans les tuyaux d'amenée (Budau). *ZOI.* 21 Juillet, 417.

— Installations hydro-électriques de la Haute-Italie (Semenza). *IC.* Août, 195.

— Calcul des (Albitsky). *RM.* Sept., 214.

Tuyaux. Résistance des (Boussinesq). *CR.* 10-24 Juillet, 81, 234.

MARINE, NAVIGATION

Bateaux-feux français nouveaux *Cosmos* 29 Juillet, 126.

Canaux nouveaux en Prusse. *Ef.* 4 Août, 201.
— Canal de Panama (Wallace). *EM.* Sept., 803.

— Infériorité des canaux comme transporteurs de marchandises. *E.* 13 Sept., 355.

— Ascenseurs pour grandes levées (De Bovet). *IC.* Août, 264.

Constructions navales. Résistance des modèles de navires (Rota). *E.* 4 Août, 162.

— Vibrations des navires (Schlick). *VDI.* 23 Sept., 1561.

Canot de sauvetage à vapeur Molesay. *E.* 22 Sept., 379.

Défense des côtes contre l'érosion à Budlington. *Gc.* 30 Sept., 364.

Dock à Manchester. *Ef.* 28 Juillet, 94.

— et chantiers du Japon. *EM.* Sept., 850.

Hélices (les) (Rankine). *Ef.* 4 Août, 116, 124.

— dynamique des (Smith). *Ef.* 1^{re} Sept., 205 (Willamit) (*id.*) 13 Sept., 269.

— réversible Geyer. *E.* 6 Oct., 437.

Machines marines.

Turbines. Parsons. *E.* 4-8 Août, 161, 203. *Ef.* 11 Août, 147.

— (les) (Biles). *Ef.* 22 Sept., 295.

Marine de guerre. Stratégie et tactique depuis Trafalgar (Bridge). *E.* 21-28 Juillet, 93, 125.

— Anglaise. Croiseur Adventure. Essais. *Ef.* 4 Août, 107.

— Natal. *E.* 29 Sept., 444.

— Argyll. (*id.*). 420.

— Japonaise. *E.* 25 Août, 254.

— — Chantiers de. *EM.* Oct., 32.

— Allemande. Croiseur à turbines Lubeck. *Ef.* 13 Sept., 263.

— Avenir du croiseur. *E.* 6 Oct., 449.

— Contre-torpilleurs. Effet de la profondeur de l'eau sur la vitesse des (Mariner). *E.* 21 Juillet, 99.

— Sous-marin. Sécurité à bord. *Gc.* 22 Juillet, 23.

— — et leur sauvetage (Bacon). *E.* 28 Juillet, 118, 128.

Ports. Warf pour l'embarquement des charbons à Baltimore. *Gc.* 22 Juillet, 198.

— Accessibilité des. *E.* 13 Oct., 469.

— de Dundee. *Ef.* 28 Juillet, 92.

— d'Anvers nouveau. *E.* 22 Sept., 387. De Trieste, *ZOI.* 13 Oct., 562.

— de Fishguard. *E.* 11 Août, 178.

Ports de Saint-Nazaire. Outillage. *Ac.* Sept. 130. *Oct.*, 1465.

— de Kiel : formes de radoub. *Gc.* 14 Oct., 388.

Signaux. Transmission par l'eau. *Gc.* 22 Juillet, 202. *Ef.* 1^{re} Sept., 220. *Re.* 15 Oct., 211.

Phare de Beachy Head. *Gc.* 26 Août, 276.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aviation. Aérodrome Langlay. *Ef.* 1-8 Sept., 219, 224, 250.

— Aéroplane Dufaux. *La Nature.* 2 Sept., 219.

— Cerfs-volants et leurs applications militaires (Rots). *Gm.* Sept., 197.

Air comprimé.

— Compresseurs Wellmann-Seaver. *Eam.* 6 Juillet, 20. François. *Ef.* 22 Sept., 281. Sterne (*id.*). 294. Ingersoll Sergeant. *E.* 22 Sept., 391.

— — Théorie des (Richter). *VDI.* 22 Juillet, 1200, 5 Août, 1276.

— Refroidisseurs tubulaires. Théorie (Ben-son). *AMA.* 16 Sept., 292.

— Écoulement de l' (Moss). *AMA.* 26 Août, 193.

Broyeur rotatif (Schœllhorn Albrecht). *Ri.* 9 Sept., 333.

— à billes, théorie. *Eam.* 23 Sept., 539.

Calage : gabarit de Wellburg. *E.* 11 Août, 193.

Chaudières. Installations actuelles. *EM.* Sept., 812.

— Marine Inglis. *RM.* Sept., 281.

— Scialpi. *Ef.* 6 Oct., 333.

— à tubes d'eau Cummins. *Ri.* 12 Août, 313. Durr. Yarrow. Babcox Armstrong. Altmann Borsig. Clarke-Chapmann. Deprez et Verney. Du Temple. Hohens-tein. Meyabara Munford. Roberts. Schultz. De Naeyer. Solignac. Bailly-Mathôt. Castelnau. *RM.* Août, 185-204. Grenthe. *Bam.* Sept., 905.

— Association des propriétaires d'appareils à vapeur de Mulhouse. Rapport 1904. *SiM.* Avril, 160.

— Explosions violentes. *Ef.* 6 Oct., 339.

— Explosion du Bennington. *Ef.* 8 Sept., 241, 246.

— Injecteurs. Essais Bougton. *RM.* Sept., 314.

- Chaudières.** Injecteurs Albion Culver Park Alferder. *RM.* Sept., 315.
 — Eau entraînée, mesure de l' (Emanaud). *Ge.* 12 Août, 245.
 — Circulateur Grenthe. *Ge.* 5 Août, 237.
 — Chauffe, transmission de la chaleur (Rude). *Dp.* 22 Juillet, 453.
 — Foyers carrés. Résistance des. *Dp.* 28 Juillet, 469. Fumivore Longodorf. *E'*. 6 Oct., 346.
 — — à charbon pulvérisé. *RM.* Sept., 284.
 — — au pétrole Bekford, Clarkson Holden, Lasse-Loveken, Orde, Friedmann, Johnstone, Kermode, Carolan. *RM.* Sept., 295.
 — Grilles Miller Bennett. *E.* 21 Juillet, 275.
 — — Kuddiez, Topf et Sohne, Idéal, Mills, Babcox-Wilcox, Roney. *RM.* Sept., 286.
 — Régulateur de chauffe Niclausse. *RM.* Sept., 312.
 — Indicateur de niveau Koszul. *Ban.* Juillet, 787.
 — Séparateur de vapeur Brooke. *Ri.* 12 Août, 316.
 — Réchauffeurs d'alimentation. Théorie (Briggs). *E'*. 28 Juillet, 77.
 — Tôles de chaudières. Ruptures de grandes tôles (Milton). *E.* 4 Août, 164.
 — Tuyauterie en cuivre, corrosion. *E.* 28 Juillet, 123.
- Courroies.** Transmissions par. *Dp.* 15 Juillet, 436.
 — Fabrication Schieren. *AMa.* 5 Août, 74.
 — lamellaire Hendry. *E.* 18 Août, 225.
 — Détermination de la position des poulies folles dans les transmissions (Macalester). *AMa.* 9 Sept., 260.
 — Enrouleur Leneveu. *Pm.* Sept., 142.
- Dragues* (les) (Baril). *RM.* Août, 105.
École professionnelle de mécanique de Liège (Beer). *Ru.* Août, 172.
Embrayages Philipp. *Ri.* 5 Août, 301.
 — Oudenwe. *Va.* 26 Août, 541.
Engrenages par vis sans fin oblique (Rachburn). *AMa.* 16 Sept., 280.
Enseignement de la mécanique (Boulvin). *RM.* Sept., 205.
Essoreuse en poterie. *Dp.* 22 Juillet, 463.
 — Fonctionnement des (Lindner). *VDI.* 12 Août, 1301.
- Filetages* pour tubes anglais. *AMa.* 12 Août, 112.
Froid. Températures dans les compresseurs d'ammoniaque (Allen). *EM.* Août, 683.
 — Compresseur rapide à ammoniaque Sterne. *E.* 1 Sept., 280.
 — Production des très basses températures (Lapay). *Ge.* 23-30 Sept., 339, 356.
Frottement de glissement (De Sparre). *CR.* 31 Juillet, 310 (Painlevé). *CR.* 21 Août, 401.
Graissage Detmar. *VDI.* 29 Juillet, 1225.
 — Graisseur Bourdon. *E.* 25 Août, 213.
 — Pompes à huile. *AMa.* 26 Août, 182.
Indicateur continu Apolina. *AMa.* 2 Sept., 215.
Levage. Ascenseurs. Portes de sûreté. *E.* 28 Juillet, 125.
 — Bique de 180 tonnes à Chatham. *E.* 21 Juillet, 81.
 — Cries, appareil d'essai Schenk. *Pm.* Sept., 138.
 — Cabestan hydraulique Cail. *Ac.* Sept., 130.
 — Cableway électrique Landmann. *VDI.* 22 Juillet, 1196.
 — — Otto Bleichert. *Ri.* 2 Sept., 344.
 — Chevalet. Calcul d'un. *AMa.* 26 Août, 199.
 — Convoyeur pour charbons de la station de Reeses. *Elé.* 22 Juillet, 49.
 — Crochets. Calcul des (Marmor). *RM.* Juillet, 25.
 — Déchargeur de charbon de Hambourg. *VDI.* 29 Juillet, 1221.
 — Pont roulant électrique de 16 tonnes Wilson. *E'*. 21 Juillet, 68.
 — — de 30 tonnes Slukenholz. *Ge.* 2 Sept., 297.
 — — de 10 tonnes. Gilain. *Rc.* 12 Août, 314. *Ge.* 23 Sept., 337.
 — — de 100 tonnes Adamson. *E.* 1 Sept., 293.
 — Grue électrique Petravic de 190 tonnes. *VDI.* 5 Août, 1261.
 — — flottante de 60 tonnes Bechem et Keetmann. *VDI.* 30 Sept., 1589.
 — — à portique. *AMa.* 19 Août, 142.
 — — roulantes. *AMa.* 26 Août, 173. Chantiers de Saint-Nazaire. *Ri.* 26 Août, 338.
 — Transporteurs Hulett. *E'*. 8 Sept., 248.

Levage pour minerais. *SalE.* 15 Sept., 1046.

- Titan de 40 tonnes pour blocs de béton Cowan. *E.* 25 Août, 246.
- Telpherage des colis postaux. *Ic.* 25 Août, 369.
- — Otto Bleichert. *Ri.* 9-16-23 Sept., 353, 362, 373.

Machines-outils allemandes, progrès des (Rupert). *VDI.* 16 Sept., 1504.

- à l'Exposition de Liège (Moller). *VDI.* 9 Sept., 1847.
- Ateliers Panhard Levassor. *E'.* 4 Août, 109. Richardson Westgarth pour turbines. *E.* 13 Oct., 471. Ingersoll Sergeant. *AMa.* 9, 16 Sept., 238-269. Hopkinson. *E.* 8 Sept., 303. Société alsacienne. Belfort. *AMa.* 5 Août, 79. Ateliers d'Épernay, C^{ie} de l'Est. *EM.* Août, 656. De Darlington N. Eastern Ry. *E.* 18 Août, 160. Des Union Iron Works, San Francisco. *AMa.* 30 Sept., 343. Becker Brainard. Sturtevant. *AMa.* 14 Oct., 414, 418.
- — Premium et Bonus, systèmes de paye (Diemer). *EM.* Août, 719.
- — Organisation du magasin. *EM.* Sept., 879.
- Vitesse de coupe, détermination par les abaques logarithmiques (Dague). *Bam.* Juillet, 768.
- Alésoir-tour Wilkinson. *E'.* 4 Août, 122.
- — pour boîtes à graisse Newton. *E.* 6 Oct., 433.
- Affûteuse pour scie à ruban Walsh. *E'.* 8 Sept., 245.
- Cales de fixation et de réglage. *Pm.* Oct., 458.
- Cames, tracé des *RM.* Juillet, 60.
- Cisaile oblique Pels. *E'.* 21 Juillet, 62.
- Cintreuses pour tuyaux Rulf. *Ri.* 30 Sept., 386.
- Courbeuse Vogel. *AMa.* 26 Août, 203.
- Collecteurs de dynamos. Machine à rectifier sur place Philips. *Ri.* 22 Juillet, 281.
- Découpeuse pour tôles minces Bonvillain. *Pm.* Oct., 116.
- Emboutissage, détermination des diamètres des flans. *AMa.* 29 Juillet, 60.
- Enrouleuse pour dynamos Osterhom. *AMa.* 29 Juillet, 75.

Machines-outils. Écrous. Machines à Acme.

- E.* 25 Août, 245.
- Étau limeur à air comprimé Riddell. *AMa.* 5 Août, 85. Brown (*id.*), 92.
- Fraise articulée Saacké. *Ri.* 29 Juillet, 296.
- Fraiseuses pour charnières Taylor. *AMa.* 29 Juillet, 46. Pour vis Hanson. *RM.* Juillet, 56. *AMa.* 30 Sept., 356. Universelle Brown et Sharpe. *E.* 18 Août, 210.
- Forges au pétrole. *AMa.* Oct., 426.
- Interchangeabilité. Machines à faire les chaussures. *AMa.* 12 Août, 107.
- Meules, protecteur Denis Poulot. *Ri.* 29 Juillet, 294. Alésoise Heald. *AMa.* 19 Août, 171. A rectifier Heald. *Ri.* 19 Août, 321.
- Mandrineur Freebury. *AMa.* 2 Sept., 205.
- Marqueuse à air comprimé White. *AMa.* 5 Août, 83.
- Micromètre électrique Shaw. *RsL.* 4 Août, 330.
- Outils rapides, emploi. *EM.* Oct., 88. Aciers pour (Guillet). *IC.* Juillet, 919. Expériences de Nicholson. *Dp.* 12, 19, 26, Août, 497, 520, 538, 2 Sept., 551.
- Outillerie. Arsenal de Kawasaki. *AMa.* 12 Août, 114.
- Perceuse multiple Heterington. *E'.* 12 Août, 146. Radiale rapide Pollok. *E.* 29 Sept., 407. Jost. *Ri.* 16 Sept., 361. allemandes. *VDI.* 16 Sept., 1504.
- Raboteuse pour longerons de locomotives Buckton. *E.* 21 Juillet, 81. A fosse pour turbines Richards. *E'.* 13 Oct., 379.
- Presse à capsuler les cartouches Vauxhall. *E.* 6 Oct., 439.
- Soudure électrique des boutons. *Fi.* Sept., 181.
- Taraudeuse automatique Cramp. *Pm.* Oct., 146.
- Taille de pignons. Ateliers Cherbb. *AMa.* 19 Août, 135.
- Tours pour turbines à vapeur Armstrong. *E.* 28 Juillet, 114.
- — Calcul des (Nicholson et Smith). *E'.* 28 Juillet, 80, 18 Août, 153.
- — à grand débit Ernault. *Pm.* Sept., 130.

Machines-outils. Tours porte-outils. Pm.
Août, 126.

- — pour bandages et essieux Holrojd. *AMA*. 23 Sept., 310.
- — Harnais Herbert. *RM*. *Août* t. 163,
- — Vis de filetage interchangeables. *E*. 4 *Août*, 141. *RM*. *Oct.*, 276.
- à bois. Scieries américaines et leur outillage. (Oudet). *RM*. *Juillet*, 3.
- Mortaiseuse Pearl. *E*. 18 *Août*, 225.
- Machines à faire les roues de voitures. *Dp*. 16 Sept., 578.

Moteurs à vapeur et turbines économiques.

- E'*. 28 *Juillet*, 78. 4 *Août*, 110.
- à l'Exposition de Saint-Louis (Sosnowski). *IC*. *Juillet*, 946.
- Histoire. *E'*. 11 *Août*, 129.
- Hoyoïs de 100 chevaux. *E*. 21 *Juillet*, 80.
- Van den Kerkove. *Ri*. 7 *Oct.*, 395.
- Phoenix. *E'* 4 *Août*, 105.
- François à piston chauffé. *Ru*. *Juillet*, 1.
- Bonjour. *E'*. 28 *Juillet*, 84.
- Carels Corliss 600 chev. *E*. 11 *Août*, 179.
- de l'usine de Nuremberg. *VDI*. 12, 19 *Août*, 1309-1343. de Breda. *E*. 8 Sept., 314.
- Belleville de 600 ch. *Ri*. 30 Sept., 394.
- Rotatif à pistons Koch. *Gc*. 29 *Juillet*, 220.
- Bielle Diagramme (Goldberger). *Dp*. 22 *Juillet*, 451 (Menth). *Dp*. 29 *Juillet*, 465. 12, 19, 26 *Août*, 503, 517, 533. 9, 16 Sept., 567, 585.
- Condenseur Stott. *E*. 21 *Juillet*, 93.
- Pompe à air Edwards. *E*. 11 *Août*, 180.
- Watson. *E*. Sept., 327.
- Enveloppes. Action des (Mellanby). *E*. 11 *Août*, 197. *RM*. *Oct.*, 252.
- Équilibrage des grands moteurs (Jacobs). 13 Sept., 362.
- Moteurs à vapeur à vide Sowne. *E*. 28 *Juillet*, 113.
- Régulateur. Assimilation à un système pendulaire (Mongin). *See*. *Juillet*, 497. Norberg. *AMA*. 9 Sept., 237.
- Distributions Hochwald. *VDI*. 12 *Août*, 1324. Tiroir tournant Magne. *E'* 22 Sept., 292.
- Surchauffe (la) (Josse). *VDI*. *Juillet*, 1161. (Bernier) (*id.*) 29 *Juillet*, 1235. 26 *Août*, 1385. 2, 16 Sept., 1470-1522. (Compère). *IC*. *Août* 230. (Siniga-

glia). *RM*. *Août*, 123. *Oct.*, 239. Essais. *Ri*. 14 *Oct.*, 403.

Turbines et moteurs à pistons. Ie. 25 *Juillet*, 317.

- Westinghouse. General Electric Emmet Fullagar Hogdkinson Windhausen, de Laval. *RM*. *Juillet*, 37, 54.
- démarrage des (Mann). *E*. 8 Sept., 332.

Moteurs à gaz (les) (Clerk). RM. *Août*, 146.

- Grands (Mathot). *RM*. *Oct.*, 260.
- production de salpêtre dans les explosions (Hausser). *Bulletin de la Société d'Encouragement de Berlin*. *Juin*, 225.
- Théorie (Nerst). *VDI*. 2 Sept., 1426.
- Explosion du gaz d'éclairage en vase clos. Bairston et Alexander. *RSL*. 4 *Août*, 340.
- Dimensions et classification des. *RM*. *Juillet*, 104.
- Rendement (Langen). *VDI*. 19 *Août*, 1358.
- à l'exposition de Liège. *VDI*. 2 Sept., 1417.
- Rowden de 300 ch. *E*. 15 Sept., 346. *Ri*. 23 Sept., 375.
- Cylindres. Crossley. Bolincks. *RM*. *Juillet*, 79.
- Pistons. James et Roberts. *RM*. *Juillet*, 83.
- Allumage magneto. Gianoli. *Va*. 29 *Juillet*, 470. Caron. *EL*. 30 Sept., 488.
- Changement de marche Sturtevant. *RM*. *Juillet*, 73.
- Distributions. Arnold, Caille, Hamilton, Lauger, Bellamy, Decauville, Renault, Melhuish. *RM*. *Juillet*, 76. Tracé des cames (Hartmann). *VDI*. 30 Sept., 1381. 7 *Oct.*, 1624.
- Gazogènes Watt. *E'*. 4 *Août* 122. Fichet. *E*. 25 *Août*, 261. Pierson. *Ri*. 5 *Août*, 303. Dudbridge. Fielding, Mason, Kynoch, Piat, Deutz. Humboldt, Whitfield, Reuleaux. *RM*. *Juillet*, 88.
- gaz de hauts fourneaux. *RdM*. Sept., 512. Épurateur Sahlin. *Gc*. 19 *Août*, 269.
- au bois (Douglar). *E*. 1^{re} Sept., 299.
- Réglages, Mees, Herald, Gardner. *RM*. *Juillet*, 84.
- Silencieux divers. *Ri*. 22 *Juillet*, 288.
- Mise en train Crossley. *RM*. *Juillet*, 82.

à pétrole. Diesel. 300 ch. *Ri.* 29 *Juillet*, 293.
Ge. 9 *Sept.* 305. Griffin, Simms, Barber, Thornycroft, De Dion, Rousat, Vickers, Strickland, Hornsby, Pace, Ganz. *RE. Juillet*, 91. Brukert à mouvement quadrangulaire. *Va.* 12 *Août*, 498.

— Carburateurs. Grandpré. *Va.* 26 *Août*, 535. Aries, Bollée, Brookes, Brotherhood, Grouvelle, Johnston, Longuemare, Merrett, Westinghouse, De Dion, Hewitt, Ods, Clément, Hérald, Wolseley, Decauville, Renault, Brazier, Brillié. *R.M. Août*, 168-184.

— pompe à pétrole Lauchester. *R.M. Août*, 184.

Moulin à vent. Warner. *E.* 18 *Août*, 210.

Planimètre hachette. (Flamand). *R.M. Juillet*, 32.

Ressorts à lames. Calcul des (Wimperis). *E'* 13 *Sept.*, 258.

Résistance des matériaux. Résistance des tubes pneumatiques. *Dp.* 22, 28, *Juillet*, 449, 469.

— Flexion gauche (la) (Anspach). *Ru. Juillet*, 53.

— Fontes; essais des *RdM.* *Août*, 424.

— Fer en cristaux isolés. Propriétés mécaniques (Osmond et Fremont). *CR.* 7 *Août*, 361, 561.

— Machines à essayer par fatigue (Rudloff). *Dp.* 5, 12 *Août*, 484, 505, 29 *Sept.*, 545.

— Résistance de l'acier aux hautes températures (Hopkinson et Rogers). *E.* 8 *Sept.*, 331.

— Rivetage et poinçonnage. Influence de la fragilité des aciers et modification du métal du rivet. (Fremont. Charpy). *CR.* 31 *Juillet*, 325, 327.

— Cristallisation du fer forgé (Arnold). *E'* 18 *Août*, 158.

— Examen microscopique d'accidents aux pièces de machines marines. (Andrews). *E.* 25 *Août* 235.

Textiles. Appareils de sécurité pour les métiers à coton. *E.* 21 *Juillet*, 74.

— Ballage du coton à Lagos. *E.* 28 *Juillet*, 111.

— Conditionnement des laines. *E'* 25 *Août*, 178; à Bradford. *Ge.* 26 *Août*, 280.

Textiles. Ventilation des cardes. *Ge.* 9 *Sept.*, 309.

— Numérotage des fils et système métrique en Angleterre. *It.* 13 *Sept.*, 325.

— Chargeuses automatiques pour matières textiles. *It.* 15 *Sept.*, 333.

— Jacquard sans cartons Riza. *It.* 15 *Sept.*, 336.

— Lavage de la laine. *E'* 22, 29, *Sept.*, 277. 302, 6 *Oct.*, 327.

MÉTALLURGIE

Alliages. Préparation des composés binaires par l'alumino-thermie (Matignon et Trannoy). *CR.* 17 *Juillet*, 190.

— d'or et d'argent. *E.* 4 *Août*, 157.

— de cobalt et de nickel. *E.* 8 *Sept.*, 330.

— Cuivre-Aluminium (Guillet). *CR.* 4 *Sept.*, 464.

— Le Magnalium. (Barnett). *Cs.* 15 *Août*, 832.

Aluminium. Poudre d', différents états d'oxydation (Arrest). *CR.* 31 *Juillet*, 323.

Aluminothermie. Applications en Amérique (Stutz). *IAS.* *Sept.*, 212.

— Système de Goldsmith. *Fi.* *Sept.*, 187.

Argent. Cyanuration des concentrations d'. *Eam.* 22 *Juillet*, 109.

Briquettes. Four sécheur Delantre. *Pm.* *Août*, 114.

Coke. Extracteur Wikes. *AIM.* *Juillet*, 877.

— Rendement en coke de la houille et des briquettes (Constans et Rougeot). *Ms.* *Août*, 611.

Cuivre. Haut fourneau du Tennessee. *Eam.* 6 *Juillet*, 6.

— Traitement à Argo. *MM.* *Juillet*, 56; à Kedabeg. *Eam.* 5 *Août*, 201.

— Industrie du, au Transcaucasien. *E.* 2 *Août*, 157.

— Problème des fumées des usines (Varwick). *MM.* *Août*, 101.

— Nouveaux procédés métallurgiques (Kuth). *Fi.* *Août*, 147.

— Métallurgie aux États-Unis (Glaizot). *IC.* *Juillet*, 14.

— Grillage en noyaux (Poole). *AIM.* *Sept.* 1067.

Etain à Santa Barbara (Bromly). *AIM.* *Juillet*, 670.

Fer et Acier. Texture de l'acier (Arnold). *E.* 8 Sept., 312.

— Aciers spéciaux pour automobiles. (Guillet). *Ge.* 7 Oct., 371.

— ternaires. Propriétés et classification. (Guillet). *CR.* 10 Juillet, 107.

— Transformation thermique des aciers au carbone (Arnold) et Mac William. *E.* 29 Sept., 422.

— pour outils rapides (Guillet). *IC.* Juillet, 920.

— Brûlé. (Richards et Stead). *E.* 29 Sept., 321. *E.* 6 Oct., 439.

— emploi de la fonte d'allure froide à la fabrication de l'acier (Gellenkirchen). *RdM.* Août, 460.

— Ségrégation dans les lingots. (Talbow). *E. C.* Oct., 462.

— Cémentation (Flater). *AMa.* 12 Août, 108.

— Electro-métallurgie (Gin). *Re.* 15 Sept., 146. Haut fourneau électrique de Galbracth. *E.* 21 Juillet, 86. (Neuberger). *Dp.* 28 Juillet, 472. Four Fitz. Gerald. *Re.* 15 Sept., 147.

— Sidérurgie italienne. *SuE.* 1^{er} Oct., 1106.

— Lingots; soufflures des. *SuE.* 1^{er} Août, 863.

— — Sauveur. *Ri.* 2 Sept., 342.

— Fours à réverbère à gaz (Desgraz). *SuE.* 15 Juillet, 814. au charbon pulvérisé

Schwartzkopff. *Eam.* 22 Juillet, 110.

— Fonderie. Machine à mouler. *SuE.* 15 Août, 933. 1, 15 Sept., 1014, 1071. Application de la métallographie (Sauveur). *IaS.* Oct., 309.

— — de tuyaux de Dimmick. *AMa.* 23 Sept., 303.

— — Moulage moderne (King). *AMa.* 23 Sept., 316.

Hauts fourneaux. Manutention des. *SuE.* 15 Juillet, 826. 15 Oct., 1169. Transporteur électrique Otto Bleichert. *Ri.* 9 Sept., 333.

— Asphyxie des ouvriers. *Eam.*, 7 Oct., 632.

— Chaleur de solidification des laitiers. Calcul graphique des mélanges. *Ru.* Août, 192.

— Phénomènes physiques (Johnson). *RdM.* Août, 601.

— Étude expérimentale des réactions. *SuE.* 1 Oct., 1120.

Hauts fourneaux. Refroidissement du vent. *AIM.* Juillet, 703, 787, 797. *Ge.* 29

Juillet, 214. (Divary). *RdM.* Août, 635. *Ms.* Sept., 691.

— Calcul des (Stevenson). *E.* 25 Août, 177.

— Explosions des (Osann). *Ms.* Sept., 695.

— du Cleveland. *RdM.* Oct., 566.

— Action désulfurante de la chaux et de la magnésie. (*Id.*), 707.

— Casse-fontes Lowka. *Ri.* 7 Oct., 393.

Laminoirs. Machine reversible des aciéries Phoenix. *SuE.* 1 Août, 872.

— Machine de 18 000 Ch. Richardson Westgarth. *E.* 18 Août, 212.

— Manipulateur pour rails d'acier Douglas. *E.* 20 Sept., 1905.

— pour plaques de blindages. *E.* 1 Sept., 212.

— pour profilés de l'Illinois S. W. *RdM.* Sept., 703.

— universel Mesto. *VDL.* 2 Sept., 1440.

— Profils rationnels de fers à T. *SuE.* 1^{er} Sept., 983.

— commandés par l'électricité (Birkett). *E.* 8 Sept., 229. *SuE.* 15 Oct., 1180.

(Ilgnier). 201, 29 Sept., 537. (Creplet). *Id.* 10 Oct., 431.

Grillage. Théorie et pratique. *MM.* Sept., 196.

Or. Cyanuration (historique). *Mc.* Arthur. *Eam.* 12 Août, 241.

— à Palmarejo (Mexique). *AIM.* Juillet, 803. *Eam.* 19-26 Août, 297, 339, 2-9 Sept., 387, 440.

— Reprécipitation des solutions cyanurées. *Eam.* 15-22 Juillet, 61, 105.

— Sulfures réfractaires. Traitement à la mine de Cassilis, Australie. *MM.* Août, 140.

— au Witwatersrand. État actuel. *MM.* Sept., 173.

— dans l'eau de mer (Wilde). *Ms.* Sept., 668.

— Extraction des eaux des marais salants. procédé Wilde. *Ms.* Oct., 731.

Plomb. Procédés nouveaux. *RdM.* Oct., 576. Huntington Heberlein à Friedrichshutte. *Eam.* 25 Sept., 535.

— Usine de Monteponi. *MM.* Sept., 191.

— Fusion au four écossais. *Eam.* 6 Juillet, 11.

- Plomb.** Désulfuration de la galène. Nouveau procédé (Borchers). *Eam.* 2 Sept., 398.
 — Production aux États-Unis. *MM. Juillet*, 20.
Spath fluor. Gisements américains. *MM. Août*, 113.
Soudure autogène. *SuE.* 1^{er} Août, 880.
Zinc en Virginie, en Silésie. *MM. Juillet*, 72, 73, Sept., 206.
 — Carbonate de aux Magdalena Mountains Mexique. *MM. Août*, 109.
 — Appareil récupérateur des fumées. *Eam.* 13 Juillet, 55.
 — Métallurgie du. *RdM. Août*, 169.
 — Action des composés sulfurés sur les cornues à zinc (*id.*), 470.
 — Traitement des minerais sulfurés (Ingals). *Eam.* 19 Août, 289.

MINES

- Appareils respiratoires* et de sécurité pour les mineurs (Guglielminetti). *E'*. 11 Août, 147.
Argent. Mines de Cœur d'Alène. *MM. Juillet*, 26.
 — de Guanajuato. *Eam.* 23 Sept., 529.
Abatage et transport souterrains dans les mines de Meurthe-et-Moselle (Hanza). *Bam. Août*, 799.
Aérage. Essai d'un ventilateur Allis Chalmers. *Eam.* 5 Août, 194.
Asie Mineure. Richesses minérales. *RdM. Août*, 439.
Asphalte du territoire indien. *Eam.* 9 Sept., 442.
Bois de mines. Imprégnation au charbonnage de Mariemont (Wuillot). *Ru. Juillet*, 78.
Cartes et coupes géologiques des mines (Brunton). *AIM. Sept.*, 1027.
Chine. Concessions chinoises. *Eam.* 9 Sept., 443.
Corindon. Industrie au Canada. *Ri.* 22 Juillet, 283.
Cuivre. Concentration des minerais (Probert). *Eam.* 6 Juillet, 13.
 — Mines non américaines. *MM. Juillet*, 6.
 — de Kedabeg, de Sidbury (*id.*), 47, 52.
 — Gisements de San-Jose, Tamaulipas, Mexique. *AIM. Juillet*, 885.
 — District de Wallaroo, Australie (Gascuel). *AM. Mai*, 504.
Éducation des ingénieurs des mines. *AIM. Sept.*, 979.
Digue des mines de Hodbarrow. *Gc.* 29 Juillet, 211.
Exposition des mines à Arras (Bel et Schuler). *IC. Juillet*, 62.
Émeraude. Mines de Colombie. *Eam.* 19 Août, 293.
Électricité dans les mines du Mexique. *Eam.* 6 Juillet, 9.
 — Emploi dans les mines. *Pm. Août-Sept.-Oct.*, 118, 133, 147 (Ravenshaw). *IA.* 1-8 Sept., 1007, 1.
Extraction. (Problème de l') (Thompson). *Eam.*, 7 Oct., 628. Parachutes. *Eam.* 22 Juillet, 101.
 — Ruptures accidentelles des câbles (Perry). *E'*. 1^{er} Sept., 223.
 — Machines du bassin de Pennsylvanie (Morris). *EM. Sept.*, 892.
 — Machines d'extraction à l'Exposition de Liège. *Dp.* 7 Oct., 626.
 — Étude dynamique de la machine d'extraction (Habets). *Ru. Juillet*, 35.
 — Machine électrique du puits Saint-Nicolas à Montagnée (*id.*). *Ru. Juillet*, 35 (Cripheet) (*id.*), Août, 109.
 — Règlements du Cap. *E'*. 22 Sept., 281.
États-Unis. Territoire du Yucon. *Eam.* 12 Août, 254.
 — district de Temiskaming Ontario. *Eam.* 9 Sept., 447.
 — Nevada Ouest. Géologie des gisements (Spurr). *AIM. Sept.*, 939.
Filons métalliques. Conglomérats dans les. (Halse). *AIM. Juillet*, 719.
Granits. Origine secondaire de certains granits (Daly). *American Journal of Science. Sept.*, 185.
Houillères de l'Arizona (Brooks). *AIM. Juillet*, 683.
 — de l'Alaska. *Eam.* 2 Sept., 391.
 — de Price Pancoast, Lakawanna. *Eam.* 15-22 Juillet, 51, 98.
 — du Nouveau-Mexique. *Eam.* 19 Août, 300.
 — du Bengale, Inde. *Eam.* 9 Sept., 436.
 — Coups de mine dans les houillères bitumineuses (Beard). *Eam.* 23 Sept., 530.
 — Classification des charbons (Campbell). *AIM. Sept.*, 1033.

- Houillères.** Lavage et triage Truesdale. *Eam.* 30 Sept., 384.
- Mica** et son industrie (Coles). *Fi. Sept.*, 211. *Oct.*, 275.
- Minage.** Prix du (Ingalls). *Eam.* 15 Juillet, 62.
- Or.** District de Magrarichie (Mexique). *Eam.* 6 Juillet, 2.
- Mines de Kalgoorlie, (*id.*), 4.
- District de Tonopah (Nevada). *Fi. Juillet*, 1.
- Transvaal. Mines et salaires. *E.* 25 Août, 255.
- Dragage (Huitchins). *Eam.* 15-22 Juillet, 49, 103. *E'*. 11 Août, 144. Élévateur Peck. *Eam.* 5 Août, 190.
- Poussières.** Abatteur de. Creswell, Roscamp. *Eam.* 26 Août, 342.
- Phosphate** du Tennessee. *Eam.* 5 Août, 204.
- de Tunisie. *Revue Scientifique*, 16 Sept., 343.
- Puits.** Situation des (Hunter). *Eam.* 12 Août, 248.
- Plomb et zinc.** Mines de Monteponi, Sardaigne. *MM. Juillet*, 33.
- Préparation mécanique.** Commande électrique des bocards. *E'*. 18 Août, 167.
- Trieur Pratt. *Eam.* 9 Sept., 435.
- Trieur électrique (Buchanam). *Gc.* 26 Août, 284. Snyder. *Eam.* 2 Sept., 396.
- Spath fluor.** Gisements américains. *MM. Août*, 115.
- Sondage** de Weize, Hanovre. *VDI.* 23 Sept., 1555.
- Tourbe.** Utilisation. *E.* 25 Août, 256.
- Zinc.** Carbonate de, aux montagnes de Magdalena, Mexique. *MM. Août*, 109.
- Laverie de Montolieu. *Pm. Oct.*, 157.

ERRATUM

Bulletin de juillet 1905 :

Page 864. 5^e ligne à partir du bas, lire : 33 800 tonnes au lieu de 33 800 kil.

Page 865. 3^e et 2^e lignes à partir du bas, lire : 8 000 tonnes au lieu de 8 000 kil., et cocos au lieu de palmiers.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR **M. Risler**, membre du *Comité d'Agriculture*, par **M. Tisserand**,
Membre du Conseil.

La Société d'Encouragement à l'Industrie nationale vient de perdre l'un de ses membres les plus distingués : notre collègue M. Eugène Risler, directeur honoraire de l'Institut national agronomique, membre du Comité de l'Agriculture.

Déjà, depuis plusieurs mois, ses nombreux amis voyaient avec douleur sa santé s'altérer et ses forces décliner; son cerveau puissant et son cœur si bon restaient néanmoins intacts; la vie semblait s'y être réfugiée : malheureusement, le mal continuait à évoluer vers l'issue fatale; le 6 août, notre vénéré collègue s'éteignait sur les bords du lac Léman, dans sa propriété de Calèves que ses travaux ont rendue célèbre, où il aimait à se reposer pendant les vacances, au milieu des siens, et revivre dans ses champs et dans ce laboratoire témoins de ses laborieuses et fécondes recherches. Il a quitté cette vie comme il avait vécu, c'est-à-dire paisiblement, sans douleur, avec le calme, la sérénité et la grandeur d'âme qui accompagnent d'ordinaire la fin des hommes de cœur qui ont consacré leur vie au bien, à leur pays, à l'humanité!

Risler fut en effet l'un de ces hommes ! Son existence fut toute de travail, de dévouement et de bonté, et sa mort n'a pas été seulement pleurée par tous et un coup douloureux pour ses amis; elle a été une perte considérable pour la science et pour l'agriculture.

Tome 107. — Novembre 1905.

79

Votre Comité de l'Agriculture l'a ressenti profondément; il a voulu que je vinsse ce soir vous exprimer la part douloureuse qu'il prend à l'irréparable perte qu'il a faite et rendre un public hommage à la mémoire d'un ami auquel m'attachaient des liens d'affection, de fraternité devrais-je dire, comme ceux qui, sans avoir été jamais obscurcis par un seul nuage, datent de plus d'un demi-siècle.

Eugène Risler est né en 1828 à Cernay, en Alsace; son père fut l'un des fondateurs de l'industrie de la filature mécanique, qui devait ouvrir une nouvelle ère de prospérité à l'Alsace; malheureusement, il mourut jeune encore, avant d'avoir vu le développement de l'industrie qu'il avait créée.

Eugène Risler n'avait que seize ans quand il se trouva privé à la fois de son père et de sa mère; c'était un grand malheur, mais il échappa aux écueils auxquels il l'exposait; il avait déjà le cœur haut placé et appartenait à cette souche vigoureuse d'où sortirent ces hommes laborieux, énergiques, épris d'idées généreuses et libérales, qui élevèrent si haut l'industrie alsacienne; le jeune orphelin continua avec plus d'ardeur que jamais ses études au lycée de Strasbourg et les termina à Paris au collège Sainte-Barbe.

Frappé de la disproportion qui existait entre les moyens d'action, les procédés et l'outillage de l'industrie et ceux de l'agriculture, il résolut de se consacrer corps et âme au relèvement de celle-ci.

A cet effet, dès 1847 il suivait les cours de l'École d'Agriculture de Grignon, puis se rendait en Allemagne, pour fréquenter les Instituts agricoles les plus célèbres de cette contrée, et y compléter son instruction technique; en même temps, par des excursions bien entendues, il élargissait ses connaissances et son horizon, et se créait parmi les agronomes les plus distingués de précieuses relations.

La création de l'Institut agronomique à Versailles devait avoir pour lui un attrait tout particulier avec son corps enseignant, comprenant de jeunes et brillants professeurs, tels que Wurtz, Becquerel, Duchartre, Boitel, Baudement, Léonce de Lavergne, Doyère, sous la direction de l'éminent agronome, de Gasparin. Il se fit admettre, en 1859, à titre bénévole, au Laboratoire des recherches chimiques dirigé par Wurtz; là il fit ses premières expériences sur les principes solubles des terres arables et sur l'action de la matière organique dans le sol. Le mémoire qu'il fit à la suite de ses expériences en collaboration avec Verdeil, le chef des

travaux chimiques de l'Institut agronomique, fut hautement apprécié et témoigna des aptitudes remarquables du jeune agronome.

En 1852 la suppression de la grande École supérieure d'Agriculture vint interrompre ses travaux, mais ne diminua pas son enthousiasme pour la science.

Une mission agricole avait été organisée sous la direction d'un répétiteur de l'Institut agronomique pour visiter la Grande-Bretagne, et étudier son agriculture, ses procédés et les moyens mis en œuvre pour perfectionner son outillage, et favoriser l'amélioration de ses terres, Risler s'y adjoignit; j'en faisais partie; nous visitâmes l'Angleterre et l'Écosse de compagnie; là dans l'intimité que procurent un contact de tous les instants, la vie en commun pendant plusieurs mois, Risler nous montra les trésors de son cœur, l'aménité et l'égalité de son caractère toujours souriant et obligeant, la sûreté de son jugement et son remarquable esprit d'observation.

À son retour, Risler se maria et se rendit acquéreur en Suisse du domaine de Calèves; il y créa immédiatement un laboratoire, et bientôt après fonda à Lausanne un cours d'agriculture qui ne tarda pas à accroître sa renommée d'agronome.

C'est à Calèves qu'il fit une longue série de travaux : ses recherches sur *l'Évaporation de l'eau par le sol et par les plantes*, sur les quantités de pluie tombées annuellement et les besoins des récoltes en eau, sur les *Eaux de drainage*, sur les *Températures de l'air et du sol* sont connues dans toute l'Europe, et font autorité : il fut le premier à organiser en Suisse la lutte contre le phylloxera et, pendant vingt ans, put préserver le vignoble du canton de Vaud de l'invasion du terrible parasite.

Ce fut encore lui qui introduisit le drainage sur les bords du lac Léman, et forma les premières équipes de draineurs qui opérèrent en Suisse.

Sa réputation d'homme de science et d'agronome le fit appeler, en 1874, à la chaire d'agriculture de l'École centrale des Arts et Manufactures quand cet établissement voulut introduire l'agronomie dans le cadre des matières de son enseignement :

Deux ans plus tard, en 1876, l'Institut agronomique restauré ouvrait ses portes après une interruption de vingt-quatre ans; Risler, par ses antécédents, par la science qu'il avait acquise, par sa connaissance approfondie des pays étrangers était tout désigné pour faire partie du personnel de l'École supérieure d'agriculture. Il fut appelé à occuper la *chaire d'agricul-*

ture comparée, et deux ans plus tard, en 1878, le gouvernement lui confiait en plus la direction de l'établissement qu'il devait porter à un haut degré de prospérité.

C'est dans ces fonctions multiples, qu'il a gardées plus de vingt ans qu'il a montré tout son cœur et toute sa science; comme directeur, il n'y a qu'une voix pour témoigner de sa douceur qui n'excluait pas une certaine fermeté, et de l'affection toute paternelle qu'il avait pour ses élèves.

Comme professeur, son cours a jeté un vif éclat; tout y était à improviser; il a su répondre aux espérances de ceux qui avaient eu confiance dans son savoir et dans la sûreté de son esprit d'observation; ses leçons d'agriculture comparée ont jeté une vive lumière sur les méthodes de culture, sur l'influence des milieux pour le choix du système d'exploitation à suivre et ont formé de jeunes et vaillants adeptes qui, aujourd'hui, continuent de répandre les saines doctrines du maître éminent.

C'est pendant son directorat de l'Institut agronomique que notre regretté collègue a publié son traité de géologie agricole, fruit de plus de quarante années d'études et d'observations et qui est comme la synthèse de son cours d'agriculture comparée. Il a complété cette œuvre remarquable par un petit volume: *La culture et la physiologie du blé*, petit volume, sans doute, mais gros d'enseignements précieux.

C'est en 1879 que Risler est entré dans le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Si, pendant ces derniers temps, il n'apparaissait que rarement dans nos séances du soir, il ne manquait pas une seule des réunions mensuelles du Comité de l'Agriculture; il s'y montrait toujours dévoué et empressé. Il y fit de nombreux rapports, tous remarquables et portant les traces d'un jugement droit et d'une empreinte originale. Il se montrait toujours maître de son sujet et prêt à discuter les questions les plus délicates de physiologie, de chimie ou de mécanique, aussi bien que les points les plus subtils de l'économie rurale.

Risler était un esprit clair et précis, son style était sobre et toujours admirablement approprié au sujet qu'il traitait.

Comme le disait un de ses anciens élèves parmi les plus distingués, il appartient bien à cette grande lignée d'agronomes français qui commence à Olivier de Serres et comprend le dernier directeur de l'ancien Institut agronomique de Versailles, le comte de Gasparin.

Profondément dévoué à la chose publique, patriote comme tous les Alsaciens-Lorrains, Risler nous a légué de beaux exemples et laissé avec un précieux patrimoine une œuvre dont l'influence ira grandissant.

Il fut, de plus, ce qui n'est pas son moindre mérite, l'homme de bien par excellence, un patriarche, le véritable *vir probus* de l'antiquité, héritage enviable dont doivent être fiers sa veuve éplorée et ses chers enfants et nombreux petits-enfants, et qui doit les consoler dans leur grande douleur.

Lu et approuvé en séance, le 27 octobre 1905.

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté au nom du *Comité des Arts mécaniques*, par **M. Flamant**
SUR LE NOUVEAU CARTON ONDULÉ, fabriqué par **M. Thiébaut**, directeur
de la Société l'*Ondulium*, à Vitry-sur-Seine.

L'emploi du carton ondulé, pour emballages, remonte à vingt-cinq années environ. Les premiers brevets pour la fabrication du papier ou du carton ondulé paraissent avoir été accordés aux États-Unis, et c'est d'Amérique que les produits d'abord, les procédés de fabrication ensuite, ont été importés en Angleterre, en Allemagne et en France. L'usage du produit s'est rapidement développé dans ces pays pour diverses industries, et principalement pour l'emballage des bouteilles et flacons de toutes sortes.

Tous les procédés de fabrication consistent essentiellement dans le passage du papier ou du carton entre des cylindres cannelés roulant les uns sur les autres.

Les ondulations ainsi obtenues ne possèdent d'ailleurs, par elles-mêmes, aucune rigidité en dehors de celle du papier dont elles sont formées ; et pour les utiliser il faut leur procurer cette rigidité en collant, sur les sommets des ondulations, une feuille de papier uni. Et, même alors, le produit ainsi obtenu ne présente qu'une faible résistance à l'écrasement et ne peut être employé à l'emballage des objets lourds.

Le procédé de fabrication imaginé par M. Thiébaut fournissant le produit nouveau auquel il a donné le nom d'*Ondulium* repose sur un principe différent. Les cylindres cannelés sont remplacés par des chaînes sans fin, dont les maillons pénètrent les uns dans les autres, et entre lesquelles se comprime le papier ou le carton à onduler. Les chaînes sont chauffées à une température élevée par des rampes à gaz. Le principal avantage de ce procédé consiste en ce que, lorsqu'il passe simplement entre deux cylindres cannelés, le papier ne subit la pression qui doit l'onduler que pendant un séjour, toujours très court, au point de contact des cylindres et par suite,

mathématiquement, en un seul point. On n'arrive à donner à la pression une durée suffisante qu'en faisant marcher les cylindres à une très faible vitesse. Au contraire, avec les chaînes sans fin employées par M. Thiébaud, le papier reste comprimé pendant toute la durée de son passage entre les deux portions de chaînes parallèles, et cette durée peut être augmentée, sans diminuer la vitesse de marche, par un allongement convenable de ces portions utiles des chaînes. La température élevée des chaînes produit une dessiccation et, par suite, un durcissement progressif du papier qui acquiert, en même temps qu'il se durcit, sa forme définitive. L'emboutissage obtenu peut donc être à la fois plus complet et plus efficace, en même temps que plus rapide. Dans les machines qui fonctionnent à l'usine de Vitry-sur-Seine, le carton, saisi à l'entrée de l'appareil, à l'état humide et mou, y reste comprimé sur une longueur de quinze centimètres environ, avant d'en sortir à peu près sec, durci et ondulé. On conçoit quelle différence d'effet peut produire une compression effectuée dans ces conditions comparativement à celle que l'on obtient avec un cylindre n'exerçant qu'en un seul point son effort maximum.

Les chaînes sans fin présentent d'ailleurs, sur les cylindres cannelés, d'autres avantages appréciables.

Je viens de dire que les cylindres avaient forcément une marche lente, c'est-à-dire une production limitée. Leurs cannelures sont calculées pour un gaufrage d'épaisseur et de profondeur déterminée: on ne peut donc obtenir de résultats satisfaisants qu'avec le papier pour lequel elles ont été établies; tout papier plus mince ou plus épais ne peut y être convenablement travaillé; tandis qu'avec les chaînes il est possible d'obtenir, par un simple réglage, des hauteurs d'ondulation en rapport avec l'épaisseur des papiers traités, et on peut toujours imprimer aux appareils une vitesse qui correspond à une production supérieure à celle des cylindres.

Enfin, M. Thiébaud a imaginé des appareils destinés à coller et à sécher immédiatement les feuilles de papier uni sur les deux faces du papier ondulé. Il obtient donc, par une seule opération, son ondulum recouvert, à volonté, sur une ou sur deux faces, de feuilles unies, collées sur les sommets des ondulations.

Les produits qu'il fabrique présentent, par suite de l'emboutissage énergique et prolongé auquel ils ont été soumis, une résistance très notablement supérieure à celle des papiers ondulés obtenus par les anciens procédés. Cette augmentation de la résistance permet d'employer l'on-

dulium non recouvert pour la confection des paillons destinés à l'emballage des bouteilles ou flacons, l'ondulium recouvert sur une face pour l'emballage d'objets assez lourds, et enfin l'ondulium recouvert sur les deux faces pour la confection de caisses et de barils, en remplacement du bois, sur lequel il présente l'avantage d'une beaucoup plus grande légèreté.

M. Thiébaut produit ainsi des plateaux pouvant remplacer le bois dans un très grand nombre d'applications.

En superposant deux ou plusieurs cartons ondulés dont les ondulations sont placées soit parallèlement, soit perpendiculairement les unes aux autres, il obtient des agglomérés de résistance croissante, aussi grande qu'on peut le désirer pour les divers besoins auxquels il les destine.

En enduisant les différents éléments d'une légère couche de plâtre ou de ciment il produit des carreaux qui peuvent recevoir de nombreuses applications dans les constructions des murs de refend, des cloisons légères et surtout des toitures d'usines. Ces carreaux sont légers et contiennent beaucoup d'air : ce sont des isolants parfaits du chaud, du froid et du bruit. Leur résistance au choc est très grande.

Une autre application de ce nouveau produit, qui paraît devoir prendre un grand développement, est son emploi comme calorifuge. Cet emploi a d'ailleurs déjà été demandé aux cartons ondulés ordinaires. Mais, en ajoutant au carton ondulé une légère couche d'amiante, M. Thiébaut le rend incombustible et même inaltérable à la chaleur, et comme ce produit présente à son intérieur une série de petits canaux pleins d'air immobile, il est assimilable, au point de vue dont il s'agit, à la paille qui est, comme on sait, un très mauvais conducteur de la chaleur. Il offre tous les avantages de cet excellent isolant sans en avoir les inconvénients.

L'ondulium amianté employé comme calorifuge a fait l'objet d'un essai officiel au laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, le 11 février 1905. Cet essai a consisté à recouvrir du produit essayé, d'une épaisseur de 0^m,023, un tube de cuivre de 1^m,02 de longueur et 0^m,07 de diamètre, dans lequel était maintenue de la vapeur d'eau à des températures dépassant de 90° à 170° celle de la salle d'expériences, et à mesurer pendant une heure les pertes de chaleur à travers le tube essayé, et les mêmes pertes à travers le même tube non recouvert de calorifuge.

Lorsque l'écart de température entre le tube et l'extérieur atteignait 170 degrés centigrades, les pertes à travers le tube essayé n'étaient que de 159 grandes calories par heure, soit 723 calories par mètre carré, tandis

qu'à travers le tube nu elles s'élevaient à 484 calories soit, par mètre carré, 2 200 calories. L'économie due au calorifuge était alors de $\frac{484-159}{484} = 0,67$.

Elle a été en moyenne, pour toutes les expériences de 0,64. Un autre procès-verbal officiel du laboratoire d'essais du Conservatoire, en date du 9 mars 1905, constate qu'un tube revêtu de calorifuge ondulium a été maintenu pendant quatre jours à une température supérieure de 310 degrés environ à la température ambiante qui était d'environ 14°; après quoi, le calorifuge ayant été démonté brusquement, il a été constaté qu'il n'avait subi aucune altération. Pour cet écart de 310 degrés, il passait par mètre carré, 1 610 grandes calories à l'heure à travers le tube revêtu, tandis qu'à travers le tube nu la perte analogue était de 5 636 calories, ce qui correspond à une économie de 0,71.

En résumé, le produit nouveau présenté par M. Thiébaut paraît pouvoir se prêter à de nombreuses applications, utiles et variées. Le Comité des Arts mécaniques propose de remercier cet inventeur de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Lu et approuvé en séance, le 10 novembre 1905.

Signé : M. FLAMANT, rapporteur.

AÉROSTATION

L'ŒUVRE DU COLONEL CHARLES RENARD (1)

MESDAMES, MESSIEURS,

Dans une de ses dernières séances, M. le Président a annoncé à la Société d'Encouragement la mort du colonel Renard dans des termes dont j'ai été très reconnaissant. Dans le fait que je rappelle aujourd'hui, une chose m'a particulièrement touché, c'est que mon frère ne faisait pas partie de notre Société et que, par conséquent, l'hommage qui lui a été rendu par le Président et auquel l'assemblée a bien voulu s'associer, n'avait absolument rien de réglementaire ni d'officiel, mais était purement spontané; je saisis avec empressement cette occasion qui m'est offerte de vous en témoigner ma gratitude.

D'ailleurs, il est à peine besoin de le dire, si mon frère ne faisait pas partie de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, ce n'est pas par un sentiment d'indifférence, c'est pour une raison tout à fait terre à terre. Vous savez tous qu'on est appelé, lorsqu'on occupe une certaine situation, à s'intéresser à un grand nombre de sociétés, et que le total des cotisations annuelles forme un chiffre assez respectable pour un modeste budget; d'autre part, même en n'assistant que de loin en loin aux réunions, on finit par absorber un grand nombre de ses soirées. Habitué à collaborer en cela comme en toutes choses, nous avions convenu de partager entre nous les différentes sociétés dont nous voulions faire partie, et, dans cette répartition, j'ai eu la bonne fortune de tomber sur la Société d'Encouragement. Mais le colonel Renard s'intéressait vivement à vos travaux; il trouvait, dans votre *Bulletin*, une source féconde de renseignements techniques de toute nature et, d'ailleurs, comme membre d'autres associations, il était appelé à fréquenter cette savante et hospitalière maison. Il me chargeait, en outre, de vous tenir au courant de ses recherches et des résultats qu'il avait obtenus, et c'est toujours avec son assentiment, parfois même sur sa demande, que j'ai eu à exposer devant vous quelques-uns de ses travaux; j'étais pour ainsi dire, ici, son porte-parole officiel.

(1) Communication du commandant Paul Renard faite en séance le 26 mai 1903.

Permettez-moi de l'être encore une fois. Certes vous n'ignorez pas, et je ne songerai nullement à le dissimuler, ce qu'il peut y avoir de pénible pour moi à parler, dans cette assemblée, de *l'Œuvre du colonel Renard*; je ne pourrai m'empêcher, au cours de cette communication, de me rappeler les séances d'autrefois, où je vous entretenais de sujets analogues, et où j'avais devant moi, au premier rang de mes auditeurs, celui que je pleure aujourd'hui: je ne pourrai oublier qu'il m'arrivait souvent de tourner mes regards de son côté et de chercher à lire sur son visage s'il trouvait que j'étais, près de vous, le fidèle interprète de sa pensée. Mais, malgré toute l'émotion que je pourrai éprouver, j'ai cru devoir vous faire cette communication, et cela pour un triple motif. Je le devais d'abord à la mémoire de notre cher mort, qu'on ne peut mieux honorer qu'en rappelant son œuvre devant un auditoire capable de l'apprécier; je le devais aussi à la Société d'Encouragement, qui m'a tant de fois témoigné sa bienveillance et tout l'intérêt avec lequel elle suivait les travaux de mon frère; je le devais, enfin, à moi-même, car il est certain que j'aurai, dans le cours de ce qui me reste d'existence, à parler plus d'une fois des travaux du colonel Renard, et que chaque fois, cette émotion se renouvellera; mieux valait donc, à tous égards, la surmonter dès aujourd'hui.

D'ailleurs, d'autres m'ont donné l'exemple dans cette voie. Au jour de ses funérailles, parmi les orateurs qui se sont succédé pour retracer son œuvre, plusieurs étaient de ses amis intimes. Ils ont su, pour honorer sa mémoire, maîtriser leur émotion et faire taire, un instant, les sentiments de leur cœur. Plusieurs d'entre eux sont aujourd'hui dans cette enceinte, je suis heureux de leur témoigner ici, aux absents comme aux présents, la plus vive gratitude, et je tâcherai de suivre leur exemple. Si, malgré mes efforts, je me laisse quelquefois dominer par mon émotion, je réclame d'avance toute votre indulgence.

L'Œuvre du colonel Charles Renard est immense, et ce n'est pas dans une communication, c'est dans un cours comprenant trente ou quarante conférences, qu'on pourrait en donner une idée à peu près complète. Il m'est donc absolument impossible de vous en faire un exposé intégral, et je suis obligé de me borner.

Deux moyens s'offraient à moi dans ce but : le premier, c'est de passer en revue tous les travaux de mon frère et de consacrer à chacun d'eux les quelques minutes ou les quelques secondes qu'il sera possible de leur accorder. Ce procédé pourrait évidemment, être assez intéressant pour les initiés; mais, pour les autres il serait aussi fastidieux qu'inutile, et donnerait à cette communication un aspect de table des matières qui m'a paru inadmissible.

L'autre procédé, au contraire, consiste à donner une idée générale de l'œuvre et à l'appuyer de quelques exemples peu nombreux et suffisamment développés

pour qu'on puisse se rendre compte du caractère spécial de l'auteur et de la méthode suivie par lui; c'est à ce procédé que je me suis arrêté. Pour vous donner une idée aussi complète que possible de l'intelligence qui vient de s'éteindre, je me propose de vous faire voir successivement, dans le colonel Renard, l'*inventeur*, l'*ingénieur* et le *professeur*.

C'est comme inventeur qu'il est certainement le plus connu, et il le fut, en effet, à un haut degré.

On a coutume de répéter que toutes les inventions sont dues au hasard; je ne sais ce que vous pensez de cet aphorisme, mais, s'il était vrai, le hasard serait certainement bien extraordinaire, car le nombre des inventeurs est très restreint par rapport au nombre total des hommes, et néanmoins il arrive que souvent un inventeur ne se contente pas d'une seule invention et qu'il en fait un nombre plus ou moins considérable, se rapportant, en général, à des objets analogues. Cette simple remarque suffit pour faire mettre en doute le dicton populaire; ce que je puis vous assurer, c'est que la répétition de cette phrase proverbiale avait le don d'agacer le colonel Renard; du reste, ayant eu la bonne fortune d'être, pendant vingt-cinq ans, le témoin de ses inventions, je puis vous affirmer qu'en ce qui le concerne, elle était absolument le contraire de la vérité.

Ce n'est pas que plusieurs de ses inventions n'aient pu lui être suggérées par des circonstances fortuites, mais il en est de ces circonstances comme des microbes; pour se développer il leur faut un terrain favorable et souvent aussi une culture appropriée. Nul terrain n'était mieux préparé que l'esprit ingénieux et créateur du colonel Renard, et nul ne sut mieux tirer parti des circonstances et les cultiver d'une manière intensive. C'est ce que je vais essayer de vous montrer en vous parlant de son invention la plus connue, celle des ballons dirigeables.

Dès son enfance, il s'intéressait aux ballons, comme tout enfant curieux et intelligent. Je me rappelle même que, vers l'âge de onze ou douze ans, — j'en avais alors cinq ou six, — il construisit une montgolfière en papier; ce travail, il le fit avec ses connaissances naturelles et le concours de quelques camarades d'école primaire. Autant qu'il m'en souvient, la montgolfière pouvait avoir quelques centaines de grammes de force ascensionnelle et peser deux ou trois kilogrammes; naturellement, elle ne s'enleva pas, ce qui ne l'empêcha pas, d'ailleurs, de disparaître dans les airs, sous forme de flammes et de fumée, sort habituel des montgolfières construites et lancées par des mains inhabiles.

Je n'insiste pas sur ce petit fait de ses jeunes années. Ce n'est que beaucoup plus tard, vers 1869-70, lorsqu'il avait vingt-deux ans et qu'il était sous-lieutenant-élève du génie à l'École d'application de Metz, qu'il s'occupa plus sérieuse-

ment des choses de l'air. Il cultivait alors deux sports : la navigation à voile sur la Moselle et la vélocipédie sur les routes de Lorraine. Dans l'un de ces sports, le vent était un auxiliaire, et dans l'autre il était un ennemi ; c'est une circonstance qui se présente pour tous les adeptes de ces genres d'exercices ; ce fut, pour lui, l'occasion d'une invention. Il se dit qu'il serait très agréable de forcer le vent à vous servir d'auxiliaire sur terre comme sur l'eau, et il imagina un vélocipède à voile, dont, avec l'ingéniosité qui le caractérisait, la voile devait s'orienter automatiquement, de manière à donner toujours à l'effort du vent une résultante dans le sens de la marche. Cet appareil ne fut jamais construit, mais il était étudié sur le papier avec assez de précision quand éclata la guerre franco-allemande de 1870-71.

Pendant cette campagne, le lieutenant Renard fut affecté à l'armée de la Loire et, à ce titre, durant les mois de novembre et de décembre, il eut à piétiner dans les plaines glacées ou boueuses de la Beauce, et il fut témoin des difficultés que l'artillerie et les équipages éprouvaient à s'avancer dans un sol détrempé. Ce fut, pour lui, l'occasion d'une autre invention. Il imagina un véhicule qui ne roulait pas sur le sol, mais qui y posait successivement de larges pattes, de manière à enfoncer le moins possible dans la terre molle. Cet appareil fut présenté au gouvernement de la Défense nationale. Examiné par une commission technique qui avait comme secrétaire un de nos anciens présidents, M. Haton de la Goupillière, il valut à son auteur une lettre d'éloges, mais, naturellement, les circonstances ne permirent pas d'exécuter ses conceptions.

Tout en s'efforçant de diminuer les inconvénients du contact du sol, une autre idée le hantait. « Si l'on pouvait, pensait-il, s'élever au-dessus de la surface de la terre, ne fût-ce que de quelques centimètres, et évoluer, ainsi soutenu par l'atmosphère, comme les opérations militaires seraient facilitées ! » Et malgré les fatigues et les dangers de la campagne, pendant les longues chevauchées et les stationnements en pleins champs, les alertes et les insomnies des bivouacs, il aima à se figurer les êtres humains volant au sein de l'atmosphère et évoluant avec facilité. Il savait bien qu'il existait, depuis près d'un siècle, des aérostats, mais il n'avait jamais pratiqué les voyages aériens. Le peu qu'il connaissait de l'état actuel de l'aéronautique se réduisait aux notions communes à tout le monde, et, sentant leur insuffisance, il cherchait dans son esprit s'il n'y avait pas moyen de faire mieux.

Il en rêva si bien qu'aussitôt la guerre terminée, en 1871, il rédigea, à Arras, où il se trouvait en garnison, un mémoire complet sur l'aviation, qu'il inventa à peu près de toutes pièces. Ce mémoire étudiait principalement une catégorie d'appareils plus lourds que l'air, qu'il appelait parachutes dirigeables, et auxquels on donne généralement, aujourd'hui, le nom d'aéroplanes sans moteur ; ce sont des appareils qui, élevés artificiellement à une certaine hauteur et aban-

donnés ensuite à eux-mêmes, au lieu de descendre verticalement, suivent une trajectoire inclinée, se rapprochant plus de l'horizontale que de la verticale. Avec son esprit généralisateur, dont je vous entretiendrai plusieurs fois dans le cours de cette communication, il ne se borna pas à étudier l'appareil qu'il devait construire, mais il établit la théorie générale des appareils de ce genre et, en même temps, celle des aéroplanes à moteur. Plusieurs points de cette théorie s'appliquent également aux ballons dirigeables, et c'est là qu'il posa, pour la première fois, les principes de la composition de la vitesse du vent avec la vitesse propre de l'appareil, pour obtenir la vitesse absolue; qu'il examina les cas qui peuvent se présenter, suivant que la vitesse propre est supérieure, égale ou inférieure à celle du vent, et qu'il formula la théorie de l'angle abordable, qui sert de base à toutes les questions de navigation aérienne. Ce mémoire, qui fut imprimé quinze années plus tard dans la *Revue de l'Aéronautique*, est évidemment incomplet sur quelques points, mais, tel qu'il est, il a élucidé un grand nombre de questions fondamentales et il sert, et pourra, longtemps encore, servir de guide à tous les adeptes de l'aviation. Si l'on a dû et si l'on doit encore y ajouter plusieurs chapitres, il est probable qu'on n'aura jamais rien à en retrancher ni à y changer.

Le parachute dirigeable fut construit à Arras et expérimenté aux environs, en 1873, du sommet des tours d'une ancienne abbaye, les tours Saint-Éloi, d'où l'appareil descendit avec une inclinaison assez faible pour confirmer les prévisions de l'inventeur.

Cette expérience attira sur le jeune officier l'attention de ses chefs, et lorsque, quelques années plus tard, on fonda, sous la présidence du colonel Laussedat, une commission des communications par voies aériennes, le capitaine Charles Renard y fut appelé comme secrétaire. Il ne faut nullement s'étonner si, seul parmi les membres de la commission, tous d'ailleurs des officiers distingués et instruits, le secrétaire avait des idées personnelles sur la navigation aérienne. Son expérience d'Arras lui avait fait voir que l'on était loin encore du moment où l'aviation fournirait un moyen pratique de locomotion dans les airs. Il pensa donc qu'on pouvait obtenir des résultats plus prompts, sinon meilleurs, en s'adressant aux aérostats, et il prit la résolution de consacrer tous ses efforts à la réalisation d'un ballon dirigeable. Entre temps, il avait étudié, autant que possible, l'aérostation pratique dans les quelques livres, plus ou moins recommandables, qui existaient alors, et il avait profité des occasions que lui avaient offertes des fêtes publiques, pour voir de près des ballons et même pour essayer, sans succès d'ailleurs, de faire une ascension.

Arrivé à Paris, dans une commission spéciale et officielle d'aéronautique, il exposa ses idées avec quelque réserve. Bien lui en prit, car, à cette époque, parler de ballons dirigeables c'était à peu près comme si on avait parlé de mouvement

perpétuel; on s'exposait à passer pour un illuminé, et si des hommes éminents comme Giffard et Dupuy de Lôme n'avaient pas dédaigné de s'occuper de diriger des aérostats, l'opinion générale du monde savant considérerait ces tentatives comme très regrettables, et on estimait que ces hommes avaient compromis leur bonne renommée scientifique en s'attelant à une question aussi peu digne de retenir leur attention.

Le capitaine Charles Renard obtint un accueil plus favorable en s'occupant, en premier lieu, des ballons libres et des ballons captifs, ainsi que de leur emploi dans l'armée.

Il avait, en agissant ainsi, un triple but. D'abord il orientait les travaux de la commission vers un résultat utile à bref délai, la question des ballons libres ou captifs étant évidemment beaucoup moins ardue que celle des ballons dirigeables; d'autre part, il sentait que l'étude technique du ballon en lui-même était indispensable avant de s'occuper pratiquement de le diriger; enfin, il espérait, grâce aux résultats qu'il obtiendrait, en ce qui concerne les ballons libres ou captifs, acquérir dans le sein de la commission et auprès du ministère de la Guerre, une notoriété suffisante pour lui permettre, plus tard, d'exposer utilement ses idées sur la direction des aérostats. L'événement devait justifier ses prévisions.

Pendant cette période, qui s'étend de 1877 à 1883, tout en paraissant ne s'occuper que des ballons libres ou captifs, et négliger les ballons dirigeables, il ne les oublia pas plus que le chat n'oublie la souris, dont il n'a pas l'air de s'inquiéter momentanément tout en étant bien résolu à en faire sa proie. C'est, en effet, pendant cette période que, préoccupé avant tout de la question des moteurs, il rédigea un mémoire sur un projet de moteur à gaz. Ce mémoire fut déposé, sous pli cacheté, à l'Académie des Sciences en 1880, et il serait très curieux de l'ouvrir aujourd'hui pour voir à quel point le capitaine Renard avait pu être un précurseur en cette matière.

Il étudiait, en même temps, toutes les différentes questions dont l'ensemble constituait le problème à résoudre. C'est pendant cette période qu'il faisait ses premières expériences sur la stabilité de route, examinant la marche dans l'eau de morceaux de bois tournés suivant des formes variées, ou celle dans l'air de petits ballons d'aspect bizarre. Il étudiait, en même temps, avec soin, les travaux de ses prédécesseurs, Meunier, Giffard et Dupuy de Lôme, évitant les défauts de chacun d'eux et réunissant dans son projet tout ce qu'il avait trouvé de bon parmi ses devanciers. Il y ajoutait naturellement, pour une part considérable, ses conceptions personnelles, et c'est par ce travail caché, dont quelques-uns de ses familiers avaient seuls connaissance, qu'il arriva à mettre sur pied le ballon *La France*, dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

Le ballon, allongé à 6 de longueur pour 1 de diamètre, est de forme dissymétrique, le gros bout en avant, reconnue plus favorable à la stabilité de route; cette idée est absolument personnelle au capitaine Renard.

Il adopte, pour maintenir la permanence de la forme, le ballonnet imaginé par Meunier, négligé par Giffard et rendu plus pratique par Dupuy de Lôme. En raison du grand allongement donné à son ballon, il reconnaît la nécessité de s'opposer au déplacement longitudinal de l'air dans le ballonnet et cloisonne celui-ci en 3 compartiments séparés, cloisonnement dont il détermine avec soin, par le calcul et par l'expérience, l'influence sur la stabilité. Ce cloisonnement est encore une de ses conceptions absolument personnelles.

Suivant l'exemple de Dupuy de Lôme, il remplace le filet par une chemise ou housse qui recouvre le ballon et sert à porter la nacelle, sans déterminer sur la surface de l'enveloppe les capitonnages produits par un filet et sans présenter des treillis de ficelle et des nœuds essentiellement nuisibles à la marche en avant.

Le ballon est constitué par des fuseaux méridiens et par suite présente des coutures sensiblement horizontales. Craignant que ces coutures ne constituent pour la chemise des lignes de solidité insuffisantes, il les place dans une position voisine de la verticale. Ce sont des lignes de plus courte distance sur la surface du ballon et aboutissant au bas de la chemise, sensiblement dans le prolongement des suspentes en cordage qui relient la chemise à la nacelle. Cette disposition des coutures par brachistodes (lignes de plus court chemin) non méridiennes est encore une innovation du capitaine Renard.

Conformément encore à l'exemple de Dupuy de Lôme, il termine la chemise, à sa partie inférieure, par des bâtonnets en bois, destinés à répartir uniformément sur l'étoffe l'effort des ficelles de la suspension, et il relie ces bâtonnets aux suspentes par un système de pattes d'oie bien étudié.

Toujours d'après Dupuy de Lôme, il reconnaît la nécessité de former un tout indéformable de la nacelle et du ballon; mais comme Dupuy de Lôme également, il ne veut pas demander cette indéformabilité à des organes rigides et veut l'assurer uniquement par une suspension funiculaire croisée.

Trouvant que dans l'aérostat de Dupuy de Lôme la nacelle est trop éloignée du ballon, ce qui augmente la longueur des cordages de suspension et, par suite, la résistance passive à l'avancement, il relève considérablement la nacelle; mais pour la relier au ballon d'une façon suffisante, il est amené à en augmenter la longueur dans des proportions tout à fait inusitées jusque-là (32 mètres pour la nacelle et 50 pour le ballon). Cette longue nacelle, qui doit être rigide et légère, il en fait une véritable poutre en treillis formé de bambous et de fils d'acier, construction élégante et audacieuse qui a été imitée depuis.

Suivant encore les conseils de Dupuy de Lôme, il donne à l'hélice et au

gouvernail des dimensions en rapport, non pas avec celles de la nacelle, mais avec celles du ballon. Mais où il s'écarte de son prédécesseur, c'est dans la construction du gouvernail, qu'il constitue par un plan rigide et non par une voile, ce qui évite les temps perdus dans la manœuvre et les embardées qui en sont la conséquence.

Tel est le corps de l'aérostat. Il fallait lui donner une âme, c'est-à-dire imprimer à l'hélice propulsive le mouvement de rotation nécessaire. Ce fut la partie la plus ardue et la plus géniale de l'œuvre.

Sa première idée avait été de recourir à un moteur à gaz, mais il s'aperçut que ces moteurs étaient encore bien loin de la perfection idéale; il avait en outre craint les inconvénients de trépidation capables de compromettre la stabilité de l'aérostat; il voyait encore un inconvénient à employer de l'hydrogène comme combustible (à cette époque le moteur à pétrole existait à peine), car, indépendamment des dangers d'incendie, l'emploi de l'hydrogène est très désavantageux parce qu'un mètre de cube de ce gaz qui ne pèse qu'une centaine de grammes et qui, par conséquent, ne contient que l'énergie calorifique correspondant à ce poids, a une force ascensionnelle d'environ 1 kilogramme. Par suite, lorsqu'on a brûlé 100 grammes d'hydrogène, on a alourdi l'aérostat d'environ 1 kilogramme, et il faut rétablir l'équilibre par la projection d'une quantité de lest semblable, en sorte que l'hydrogène coûte aussi cher en ballon qu'un combustible qui aurait une puissance calorifique à peu près dix fois moindre. Il renonça donc aux moteurs à gaz et résolut de tenter les expériences au moyen d'un moteur électrique.

A cette époque les moteurs Gramme étaient déjà connus et amenés à un degré suffisant de perfection, mais il fallait leur fournir la source d'électricité. Il n'y avait alors aucune pile suffisamment légère; le capitaine Renard en chercha une et à cette occasion il dut, une fois de plus, se faire chimiste. De toutes les sciences qu'il avait étudiées dans les écoles, c'était peut-être la chimie qui l'avait le moins intéressé; il était tenté de la considérer un peu comme une collection de recettes de cuisine, et il avait réservé ses préférences à la Physique et aux Mathématiques pures, qui satisfaisaient davantage son esprit, et surtout à la Mécanique, sa science de prédilection. Il avait dû néanmoins se remettre à la Chimie pour ses recherches sur les vernis à ballons et les moyens de produire l'hydrogène; il le fit une troisième fois pour étudier les sources d'énergie électrique; mais, comme toutes les fois qu'il s'adonnait à une question il le faisait à fond, grâce à son don spécial de pénétration, il eut bientôt acquis la notion des idées générales et directrices du coin de la Science qu'il explorait, et, après quelques mois de recherches au laboratoire, il arriva, par une suite de déductions logiques, à réaliser sa pile chlorochromique, qui est encore aujourd'hui le générateur chimique d'électricité le plus puissant que

l'on possède, et qui lui a permis de réaliser la première démonstration pratique de la direction des ballons.

Après que tous les éléments de l'appareil furent connus, le capitaine Charles Renard, avant de se lancer dans la construction de l'aérostat, en fit faire plusieurs modèles réduits de dimensions croissantes; c'est grâce à ces modèles qu'il put constater certains défauts qui avaient échappé à ses prévisions et les éviter dans l'appareil définitif.

L'éminent ingénieur Dupuy de Lôme vit fonctionner un de ces modèles, et je me rappellerai toujours sa joie communicative lorsqu'il le vit évoluer dans le hangar de Chalais, muni de sa pile chlorochromique et n'empruntant au dehors aucune source d'énergie : « Ah ! disait-il, si j'avais eu un semblable moteur à ma disposition, j'aurais obtenu certainement d'autres résultats que ceux de 1872. » L'événement devait justifier ses prévisions; mais Dupuy de Lôme n'en vit pas la réalisation à laquelle il aurait été certainement le premier à applaudir.

Les études que le capitaine Charles Renard avait faites sur les ballons libres et captifs, les expériences et les ascensions nombreuses qu'il avait exécutées avaient fait de lui un aéronaute consommé. Tout en construisant le ballon dirigeable, il s'était préoccupé du mode de manœuvre et, en particulier, du mode d'atterrissage, opération toujours si délicate dans les ascensions aérostatiques. Il avait réfléchi que, s'il revenait à son point de départ, c'est qu'évidemment il aurait une vitesse propre supérieure à celle du vent; il comptait alors tourner la pointe avant du ballon dans la direction d'où viendrait le vent qu'il était capable de remonter et alors modérer la vitesse propre de manière qu'elle fût rigoureusement égale à celle du vent et que l'aérostat restât sur la même verticale, sans avancer ni reculer; ce résultat obtenu, il devait donner l'ordre de faire descendre le ballon par les moyens ordinaires, et alors il descendrait suivant une verticale, comme le ferait un ballon libre un jour où il n'y aurait aucun souffle d'air. Cette opération élégante dont on n'avait aucun exemple antérieur, et pour cause, réussit du premier coup et se renouvela à toutes les ascensions dans lesquelles on put revenir au point de départ.

Vous connaissez tous les expériences du ballon *La France*, en 1884-1885; vous savez que, parti 7 fois de la pelouse de Chalais, il y est venu atterrir 5 fois. A chacune de ces 7 ascensions, le capitaine Charles Renard exerça le commandement du navire aérien; il fut accompagné les 4 premières fois par son collaborateur, le capitaine Arthur Krebs, dont il signala le rôle important dans la communication qu'il fit à l'Académie des Sciences en 1884; pendant les 3 dernières ascensions, j'eus l'honneur d'accompagner mon frère, et pendant les deux dernières nous eûmes à bord un troisième passager, Duté-Poitevin, aéronaute civil de l'établissement de Chalais. Nous fûmes ainsi, pendant seize ans environ,

les 4 personnes uniques qui aient pris place dans la nacelle d'un aérostat dirigeable. Depuis, d'autres aéronautes, en assez petit nombre d'ailleurs, ont eu la même bonne fortune, mais les rangs des 4 pionniers de la navigation aérienne commencent à s'éclaircir : Dute-Poitvin est mort depuis quelques années et l'auteur du premier aérostat vraiment dirigeable vient de le rejoindre dans la tombe.

Je ne veux pas m'étendre plus longuement sur les résultats et les conséquences de ces premières expériences du ballon *La France* que j'ai eu l'honneur d'exposer autrefois à la Société d'Encouragement; mon but était surtout de vous faire connaître l'inventeur qu'était le colonel Renard, en vous faisant assister à toutes les phases d'une invention dont la genèse a duré treize ans, depuis le mémoire de 1871 sur l'aéronautique, jusqu'à la première expérience de 1884.

Dans le remarquable discours qu'il a prononcé aux obsèques de mon frère à Paris, M. le professeur d'Arsonval a caractérisé fort bien la nature du génie du colonel : « Il appartient, dit-il, à cette race trop rare des physiciens expérimentateurs. Pour lui, la Physique n'a pas pour but unique de nous expliquer la nature, mais surtout et avant tout de nous en rendre maîtres. Comme toutes les sciences expérimentales, la Physique doit être conquérante et dominatrice des forces naturelles. Aussi, après avoir établi les bases et les conditions théoriques de ses recherches, Renard n'a pas de repos jusqu'au moment où il a pu objectiver, extérioriser, matérialiser, par la création d'un appareil pratique, ses idées théoriques. »

Toutes les autres inventions du colonel Renard présentent dans leur développement un caractère analogue. Il y a avant tout, pour chacune d'elles, l'idée d'un but utile; c'est la préoccupation d'obtenir un résultat tangible qui lui donne la pensée de s'occuper de telle ou telle question. Sa résolution prise, il se livrait à une étude générale théorique. Cette étude se traduisait sous forme de nombreux cahiers ou de feuilles de notes écrites soit à son bureau, soit n'importe où, sur une table de café ou dans tout autre endroit où il s'arrêtait pour fixer sur le papier, tout en les précisant dans son esprit, les idées qui lui étaient venues. Cette étude comprenait, outre un texte clair et précis, de nombreux tableaux numériques, des graphiques, des croquis, etc. Ce premier travail terminé, il procédait à des expériences de détail ayant pour objet d'étudier toutes les variables indépendantes. Ces expériences étaient poursuivies avec une rare méthode soit par lui, soit par ses collaborateurs. Tous les points douteux ainsi élucidés, il procédait à une nouvelle étude, pratique cette fois, souvent aussi longue et aussi complexe que l'étude théorique première, et c'est seulement après tout ce travail préparatoire qu'il passait à la réalisation. Il pouvait sembler parfois perdre un temps précieux à ces travaux préliminaires; en fait il

n'en était rien. Après des études aussi complètes, il annonçait le résultat espéré et presque toujours on l'obtenait du premier coup. C'était là le secret de la confiance qu'il avait su inspirer à la plupart de ses chefs et de ses collaborateurs.

Avant d'entreprendre une étude nouvelle, il ne passait pas son temps à rechercher les antériorités. Il y avait à cela plusieurs raisons : la première c'est qu'il travaillait généralement dans des champs d'étude peu ou point explorés avant lui ; la seconde c'est qu'il connaissait d'une manière permanente la plupart des travaux sur la question qui l'occupait ; enfin, parmi les facultés de son intelligence la mémoire n'était pas la principale, et ce n'est pas à elle qu'il demandait le plus de secours. D'ailleurs cette faculté secondaire étant plus développée chez son frère, il le consultait quelquefois sur des questions d'antériorité ; il appelait cela « feuilleter son dictionnaire ».

Du reste, quand par hasard il s'occupait avec quelque attention de rechercher, dans un but spécial, ce qu'avaient pu faire ses prédécesseurs, il le faisait avec son imagination créatrice, et il lui arriva souvent de trouver dans des travaux antérieurs des idées qui venaient de son propre fonds et que les inventeurs n'y avaient jamais vues.

Pendant cette première période de gestation, il pensait seul, avec persistance, à l'invention future. Lorsque les idées se précisaient dans son esprit, se défilant toujours de sa mémoire, désireux de cristalliser sa pensée sous une forme nette, il couchait fiévreusement sur le papier ses conceptions nouvelles. Il employait, pour cela, tantôt des cahiers préparés à l'avance, tantôt des carnets de poche, tantôt une feuille volante, mais tout était classé et répertorié avec un ordre parfait. Pendant cette période, il ne faisait, en général, de confidence à personne, pas même à moi, et lorsque, en pareil cas, je l'interrogeais sur ses travaux, il me répondait : « Tu verras cela plus tard. »

Quand ses idées, devenues nettes dans son esprit, étaient fixées par écrit, c'est alors qu'il m'en entretenait et que nous discussions ensemble la nouvelle théorie et le futur appareil. Il n'aimait pas énormément la contradiction, mais il la supportait volontiers de moi, car il la savait toujours inspirée par le désir de bien faire ; d'ailleurs si quelquefois j'ai pu lui donner des avis utiles, il ne m'en coûte aucunement de reconnaître que si nous étions — ce qui arrivait rarement — en désaccord sur quelque point technique, c'était généralement lui qui avait raison. Le but et l'utilité de ces discussions était avant tout de me bien pénétrer de ses idées et de me mettre à même de collaborer à leur réalisation.

J'ai dit plus haut que ses notes comportaient de nombreux tableaux numériques ; il y a en effet dans ses manuscrits une quantité de chiffres, qui forment l'équivalent de plusieurs tables de logarithmes. Les nombreux tracés graphiques ont exigé également de longs calculs. C'est qu'il aimait, après avoir élucidé

théoriquement une question, la voir se réaliser d'une manière concrète sous forme de chiffres ou de courbes. Pour cette partie matérielle du travail il avait deux auxiliaires auxquels il faisait de fréquents appels, la règle à calcul, qu'il portait toujours sur lui et dont il semait des exemplaires sur toutes les tables où il s'arrêtait un instant pour travailler, et l'arithmomètre, dont le bruit faisait constamment retentir les échos de son bureau. Je l'aidais souvent pour cette partie matérielle du travail; il m'indiquait les opérations à exécuter et il notait les résultats pendant que je tournais la manivelle de l'instrument. Je me rappellerai toujours ces séances inoubliables. Avant de remplir une colonne de chiffres, nous en avions discuté l'utilité, et il avait annoncé en gros les résultats que l'on devait trouver. Avec quelle joie, après chaque nouveau nombre extrait de l'arithmomètre, nous constations qu'il rentrait dans le cadre prévu et que l'idée de l'inventeur se vérifiait de tous points. Quand par hasard un chiffre paraissait anormal, on recommençait l'opération, et presque toujours on avait la satisfaction de découvrir que c'était le résultat d'une erreur matérielle de l'homme ou de l'instrument, et que la vérité annoncée restait entière.

Je ne puis songer à vous parler, même brièvement, de toutes les autres inventions du colonel Renard; il en est deux pourtant que je ne saurais passer sous silence, ce sont le train automobile et la chaudière.

Je vous ai entretenus du train automobile, et il est inutile que je vous en fasse une nouvelle description; on retrouve dans cette invention, comme dans toutes les autres d'ailleurs du même auteur, les mêmes phases que pour le ballon dirigeable.

Les recherches faites en vue de l'allégement des moteurs pour la navigation aérienne ayant abouti à des résultats satisfaisants, on suggéra de divers côtés au colonel Renard d'appliquer ces nouveaux moteurs aux transports considérables à exécuter sur route à l'arrière des armées en campagne. Il était facile de créer un moteur assez puissant sous un faible poids pour remorquer les charges désirables, mais le colonel s'aperçut bientôt qu'il ne servirait à rien de posséder un moteur qui manquerait d'adhérence, et c'est alors qu'il découvrit et réalisa le principe de la *propulsion continue*.

La nécessité du tournant correct se fit sentir de la même manière et elle occasionna à l'inventeur de longues et patientes recherches. C'est après avoir traité la question par le calcul et par des constructions graphiques qu'il arriva à la solution théorique désirée. Cette solution est forcément imparfaite, dans tous les cas (et ce sont les seuls qui existent dans la réalité) où le locomoteur suit une trajectoire qui n'est ni une ligne droite ni une circonférence de cercle. Il fallait, dans la pratique, se rendre compte des déviations des dernières voitures par rapport à la trajectoire de la première. Le colonel Renard recula de-

vant la complication du calcul et devant celle des constructions graphiques par les instruments ordinaires : règle, équerre et compas. Pour arriver à un résultat rapide et sûr, il fit construire un petit chariot reproduisant en miniature une voiture à quatre roues, dont le timon, l'empattement et la queue avaient des dimensions proportionnelles à celles des voitures d'un train projeté. Le timon était muni, à sa partie intérieure, d'une pointe verticale sèche, qu'on pouvait amener dans le plan horizontal du bas des roues; la queue était munie d'un crayon placé de la même manière. Après avoir tracé sur une épure une trajectoire déterminée qu'on supposait être la route à suivre, on faisait suivre ce tracé à la pointe sèche du timon; le crayon de la queue décrivait alors une ligne qui s'écartait plus ou moins du tracé primitif. On faisait suivre cette deuxième courbe à la pointe sèche, et le crayon traçait une troisième ligne, qui était évidemment la trajectoire suivie par la queue de la deuxième voiture. La troisième opération nous donnait le tracé de l'extrémité de la queue de la troisième voiture, et ainsi de suite. On pouvait ainsi rapidement obtenir la trajectoire de l'extrémité d'un train composé d'un nombre quelconque de voitures et voir, en même temps, celles des queues des voitures intermédiaires. Ce graphique permit de se rendre compte de la faible importance des déviations dans la plupart des cas pratiques.

C'est à la suite de ces opérations qu'a été construit un modèle réduit de train, dont la marche confirma, naturellement, les résultats de l'épure et permit d'aborder sans crainte la construction d'un train en vraie grandeur.

Je n'ai pas encore eu l'occasion de vous entretenir de la chaudière Renard; je compte le faire d'ici quelque temps et je me bornerai aujourd'hui à vous énumérer ses principales propriétés.

Son poids par cheval est à peu près le quart de celui des chaudières les plus légères connues. Son rendement thermique est tout à fait exceptionnel, ce qui s'explique facilement si l'on sait que dans le foyer les gaz atteignent la température de la fusion du platine et qu'après avoir séjourné une très petite fraction de seconde en présence des tubes évaporatoires, ils arrivent dans la cheminée avec une température d'environ 200°. La chaudière est en outre absolument inexplosible; elle est d'une fumivorté absolue; elle se met en pression en quelques minutes et s'éteint en moins d'une minute; elle se prête par conséquent à tous les changements d'allures désirables.

Une expérience très saisissante, qui fut faite à Chalais il y a quelques années, consistait à actionner un moteur horizontal de 35 à 50 chevaux par le moyen d'une chaudière Renard, et c'était un spectacle étrange que de voir le moteur alimenté indéfiniment par une chaudière dont le volume extérieur était moindre que celui du cylindre de la machine.

Je ne veux pas m'étendre davantage sur cette chaudière, mais je crois utile de faire remarquer à ce propos combien était peu fondé le reproche qu'on a fait parfois au colonel Renard de manquer de suite dans les idées. Ce reproche lui fut notamment adressé au moment où il commença à s'occuper de cette chaudière après avoir tenté de résoudre la question de la navigation aérienne, d'abord par le moteur électrique et ensuite par le moteur à pétrole.

Il avait, en effet, employé un moteur électrique pour les expériences du ballon *La France* pour obtenir le plus rapidement, le plus facilement possible, un résultat saisissant; mais il ne s'était fait aucune illusion sur la possibilité d'une solution définitive au moyen de l'électricité. Les générateurs électriques sont forcément d'un poids considérable, puisque l'énergie est obtenue dans un appareil qui contient à la fois le combustible et le comburant, au lieu d'emprunter celui-ci à l'air atmosphérique, comme tous les moteurs à feu; c'était donc à ces derniers qu'on devait s'adresser pour obtenir une grande puissance sous un faible poids. Aussi après les expériences de *La France*, le commandant Charles Renard se remit-il immédiatement à l'étude des moteurs à gaz et à pétrole auxquels il avait songé dès le début et qu'il avait momentanément abandonnés.

C'était à regret qu'il renonçait à l'emploi de la vapeur, mais, étant donné que la consommation d'eau était plus de dix fois supérieure à celle de combustible, on ne pouvait songer à employer la vapeur pour la locomotion aérienne, que si l'on trouvait un condensateur capable de récupérer toute l'eau évaporée et cela, en recourant, comme milieu réfrigérant, à l'air atmosphérique. Le problème n'était pas résolu en 1885, et d'après toutes les données admises et enseignées dans les cours il était pratiquement insoluble. La surface de refroidissement aurait dû être si considérable que le poids du condenseur eût été absolument prohibitif.

Vers cette époque les moteurs à explosion, sans avoir atteint leur perfection actuelle, commençaient à faire des progrès sensibles, et le commandant Charles Renard fut très frappé de ce qu'il vit sous ce rapport à l'Exposition universelle de 1889. Il adopta donc un moteur à explosion à quatre cylindres et à double effet, véritable merveille de légèreté et d'ingéniosité, moteur qui devait consommer alternativement de l'essence de pétrole et de l'hydrogène, de manière à maintenir constamment la force ascensionnelle de l'aérostat.

A cette époque on ne connaissait guère que les moteurs fixes, dont la réfrigération était obtenue au moyen d'une circulation d'eau empruntée à une canalisation existante ou à un réservoir volumineux. Cette solution n'était pas admissible en navigation aérienne, et il fallait réfrigérer directement ou indirectement le moteur au moyen de l'air seul. Ce problème, moins difficile que dans le cas du moteur à vapeur, n'était cependant pas d'une solution commode, aussi le

commandant Charles Renard s'y attela comme au point le plus délicat de la question.

Quelques remarques qu'il fit en lisant un mémoire de Ser sur le chauffage au moyen de conduites de vapeur d'eau, lui firent penser que la quantité de chaleur soustraite pouvait ne pas être exclusivement fonction de la surface de refroidissement comme on l'enseignait partout alors, mais était due dans une certaine mesure à la rapidité de circulation des fluides entre lesquels doit se faire l'échange de températures. Il commença alors des expériences qui pouvaient paraître bizarres. En entrant à Chalais, le visiteur était frappé par la vue de très longs tubes métalliques, disposés en plein air et dans lesquels circulait la vapeur d'eau, dont on voyait une partie se condenser à l'une des extrémités. Des ventilateurs de forme insolite soufflaient parfois sur ces tubes. Après des mois de recherches expérimentales et de calculs, l'inventeur arriva à conclure que, contrairement aux idées généralement admises, l'échange de température sur une surface de réfrigération donnée, dépendait avant tout de la rapidité des mouvements des fluides en présence. Il se rendit compte, en outre, de l'influence du rapport de la longueur au diamètre dans les tubes traversés par la vapeur condensée. Comme d'autre part il avait toujours été très compétent dans la question des ventilateurs, il arriva, à la suite de ces expériences élémentaires, à constituer un appareil auquel il donna le nom d'Aéro-condenseur, dans lequel, grâce à un courant d'air rapide, on peut obtenir la condensation de la vapeur en quantité sensiblement proportionnelle au volume de l'air qui circule.

On réalisait ainsi, sous un poids très admissible, l'aéro-condenseur rêvé pour les moteurs à explosion. Des appareils analogues appelés radiateurs ont été depuis mis en usage dans l'automobilisme, sans que les travaux du colonel Renard à ce sujet aient été publiés. Nous croyons d'ailleurs qu'il est le seul qui ait traité la question d'une manière aussi complète au point de vue théorique.

Quoi qu'il en soit, les résultats furent tellement satisfaisants, qu'après avoir cherché simplement des aéro-condenseurs pour récupérer l'eau de réfrigération de moteurs à explosion, on avait réalisé des appareils parfaitement admissibles pour l'emploi des machines à vapeur en navigation aérienne. Dans ces conditions il n'y avait plus de raison absolue d'y renoncer et, sans abandonner complètement les moteurs à explosion, le colonel Renard songea à la possibilité d'utiliser la vapeur pour la direction des aérostats.

L'industrie présentait des moteurs proprement dits remplissant les conditions voulues; le condenseur aérien était trouvé, mais quant aux chaudières, leur poids, en prenant les types les plus légers destinés à la navigation maritime était encore trop considérable et de beaucoup. C'était donc là qu'il fallait porter,

tous ses efforts. Heureusement les études faites sur le condenseur avaient facilité la question, et, en appliquant le même principe de la circulation rapide des fluides, on pouvait espérer obtenir un échange de températures considérable, au moyen d'appareils de petite dimension.

Telle est en gros la genèse de la chaudière à vapeur du colonel Renard; elle a été étudiée en visant avant tout à la légèreté, et ses autres qualités sont, pour ainsi dire, venues par surcroît sans qu'on se soit spécialement attaché à les obtenir.

Je me suis déjà bien longuement étendu sur l'inventeur, il est temps de vous parler de l'ingénieur.

Le colonel Renard fut ingénieur pour la réalisation pratique des appareils de son invention; ce que je vous ai dit plus haut me dispense d'y revenir; mais il le fut aussi et tout autant pour la construction rationnelle d'appareils connus.

Lorsqu'il commença, vers 1875, à s'occuper d'aérostation, il ne tarda pas à s'apercevoir que, depuis l'époque de Montgolfier et de Charles, on en était resté; pour la construction des ballons, aux errements de la fin du XVIII^e siècle, heureux quand on ne les avait pas modifiés d'une manière fâcheuse! Et pourtant, depuis l'invention des ballons, une révolution complète s'était opérée dans toutes les branches de l'industrie; partout était apparu un homme nouveau, l'ingénieur, grâce auquel les méthodes empiriques plus ou moins justifiées avaient fait place à des procédés rationnels, fondés sur des expériences et des calculs précis. Or, tandis qu'il s'était trouvé des ingénieurs pour construire des ponts, des routes, des navires, des locomotives, des machines de toute nature, il ne s'en était pas rencontré pour s'occuper d'aéronautique. Lorsque des savants, comme Gay-Lussac et Biot, avaient utilisé les ballons dans un but scientifique, ils ne s'étaient pas plus inquiétés de la construction du véhicule qu'on ne s'inquiète, en prenant un fiacre, de la manière dont il a été fabriqué. Quelques ingénieurs, comme Giffard et Dupuy de Lôme, s'étaient occupés d'aérostation et avaient apporté là leur talent et leur compétence habituels, mais c'était à titre purement accidentel; ils avaient construit rationnellement des appareils déterminés, mais ils n'avaient eu ni le temps, ni peut-être le désir de traiter la question au point de vue général.

Il était réservé au capitaine Charles Renard de combler cette lacune. Dès qu'il eut senti, il y a trente ans, la nécessité de cette besogne, il s'y jeta à corps perdu. Aucun objet entrant dans la composition du matériel aéronautique n'échappa à ses investigations méthodiques, et grâce à lui on calcule aujourd'hui la solidité à donner à une étoffe à ballon avec la même précision qu'on peut calculer celle des parois d'une chaudière à vapeur; les ficelles qui

entrent dans la composition d'un filet sont déterminées avec autant d'exactitude que les pièces qui constituent un pont métallique; partout les procédés rationnels se sont introduits, et l'on peut dire que le colonel Renard fut le créateur d'un art nouveau, celui de l'ingénieur-aéronaute, dont il fut le premier et dont il restera longtemps le plus remarquable représentant.

Ces travaux furent d'abord connus de ses élèves seulement, mais au bout de quelques années, l'exemple donné par l'aérostation militaire fut suivi par les aéronautes civils. L'influence du colonel fut, sous ce rapport, beaucoup plus considérable qu'on ne serait tenté de le croire.

Permettez-moi de vous rappeler à ce sujet un petit fait remontant déjà à plus de vingt ans. Mon frère était alors capitaine, et un jour il reçut à Chalais la visite d'un de ses camarades. Il y avait à ce moment un ballon gonflé, prêt à partir le lendemain, et le capitaine Renard le fit voir à son ami, en lui expliquant en tous détails les règles suivies dans la construction et leur raison d'être. La conclusion, dans l'esprit de son auditeur, fut qu'avec un matériel construit de cette manière les ascensions aérostatiques devaient présenter la plus grande sécurité. Il quitta donc Chalais en se promettant de profiter de la première occasion qui se présenterait d'exécuter un voyage aérien. Cette occasion ne devait pas tarder à se rencontrer, car une fête publique allait avoir lieu dans sa garnison et le programme comportait l'ascension d'un ballon monté. Quelque temps après, mon frère reçut de son ami une lettre dans laquelle il s'attendait à trouver le récit d'un voyage aérien. Il n'en était rien; le camarade, ayant encore devant les yeux le matériel soigneusement construit qu'il avait vu à Chalais, désira, avant de s'embarquer dans les airs, examiner l'aérostat préparé pour la fête publique. Cet examen lui suffit, et il déclara qu'avec un appareil semblable il n'oserait jamais se risquer à exécuter une ascension. Peut-être avait-il raison, mais aujourd'hui il pourrait trouver, en cas analogue, un matériel aérostatique parfaitement étudié et bien construit, et en assistant aux concours de ballons qui ont lieu de temps en temps à Paris, on n'est pas tenté d'apprécier le matériel aéronautique d'une manière aussi défavorable qu'il y a vingt-cinq ou trente ans.

Quoi qu'il en soit, le rôle d'ingénieur du colonel Renard fut peut-être moins connu du public que son rôle d'inventeur, mais il n'en fut pas moins considérable et, au point de vue pratique, c'est peut-être comme ingénieur qu'il a rendu et qu'il rendra longtemps encore le plus de services.

Sa méthode de travail comme ingénieur mérite de retenir l'attention. Il commençait toujours par faire une étude théorique générale, comme lorsqu'il s'agissait d'invention. Cette étude, il la matérialisait ensuite sous forme d'exemples concrets.

Un fait à noter, c'est que s'il rencontrait chemin faisant une question à élucider, il n'hésitait pas à l'étudier dans son ensemble et à en faire une théorie complète. Je vais vous en citer deux exemples caractéristiques.

Ayant eu, au début de son séjour à Chalais, besoin d'un ressort à boudin, il se le procura comme il put et s'aperçut qu'il ne donnait pas le résultat qu'il en attendait. Il sentit le besoin d'élucider cette question et rédigea toute une théorie de ces ressorts, dont la conclusion consiste en des formules et des tables permettant de calculer les dimensions d'un ressort dont la force initiale et finale, la course totale et au besoin la force en différents points sont préalablement déterminés. Ce travail lui servit constamment toutes les fois qu'il eut besoin de ressorts, et chaque fois on obtint exactement les résultats annoncés.

Un autre exemple beaucoup plus remarquable est le suivant : lorsqu'il songea, vers 1880, à employer un moteur électrique pour son premier ballon dirigeable, comme dans les questions aéronautiques on cherche toujours le maximum de légèreté, il fut amené à se demander s'il ne pourrait pas se passer de la masse métallique dans les inducteurs et les induits et construire des appareils uniquement fondés sur l'attraction et la répulsion des courants. Il étudia une machine de ce genre et s'il abandonna plus tard cette idée, elle fut pour lui l'occasion de recherches complètes sur l'électricité. A cette époque — c'était vers 1880 — l'électricité telle qu'on nous l'avait enseignée, présentait, un ensemble peu coordonné et, en particulier, la question des mesures et des unités n'existait pour ainsi dire pas. Dans les traités classiques, on définissait l'unité de résistance comme celle d'un fil métallique de dimensions déterminées, celle de force électromotrice comme celle que donnait une certaine pile, etc. ; aucune de ces unités n'avait de rapport avec les autres. Pour se rendre compte des résultats qu'il pouvait attendre de l'appareil qu'il étudiait, le capitaine Renard fut amené à définir les unités de force électromotrice, d'intensité, de résistance, etc., sans se douter que d'autres l'avaient fait avant lui. Il fit, à ce propos, une étude théorique très développée qui se termina au cours de l'année 1881. Quelques mois après eurent lieu l'exposition et le congrès d'électricité, qui marquèrent une date dans l'histoire de la Science, et à la suite desquels les unités actuelles furent définies et adoptées. Il s'aperçut alors que la besogne à laquelle il s'était livré avait été faite par d'autres. Ses unités différaient de celles qui sont devenues réglementaires par le point de départ de sa théorie, mais le rapport de ces unités entre elles était le même de part et d'autre, ce qui n'a rien d'étonnant puisque dans les deux cas ils étaient fondés sur une étude rationnelle de la question. J'ai cru intéressant de vous rappeler cet incident qui jusqu'ici n'a guère été connu que de moi seul.

Lorsqu'il avait terminé l'étude théorique et complète d'un appareil, il en

causait avec les collaborateurs auxquels il devait en confier l'exécution, et souvent, à la suite d'un échange d'idées, les conceptions primitives se modifiaient légèrement, mais les principes de l'appareil restaient presque toujours tels qu'il les avait établis. Il remettait ensuite à ses collaborateurs le dossier de la question, qui consistait en un mémoire très complet, où le but à atteindre et les moyens à employer étaient exposés avec sa lucidité habituelle, où les tableaux de calcul, les courbes et les croquis, aidaient puissamment le lecteur, et grâce auquel l'exécution était facilitée à un haut degré. Il ne se désintéressait d'ailleurs pas de la réalisation matérielle, et tout en laissant à ses auxiliaires le soin de la mener à bonne fin, il leur donnait fréquemment des conseils et des indications très précieux ; et il n'était pas rare de le voir, pour des détails pratiques d'exécution, trouver en un instant des solutions élégantes et rapides que ses subordonnés avaient vainement cherchées pendant des jours et des semaines.

Les appareils dont il a dirigé la construction présentent deux caractères particuliers qui montrent comment il envisageait l'art de l'ingénieur. Le premier de ces caractères, qui résulte évidemment de la nature de ses travaux, consiste dans le souci constant de la légèreté. Dans toutes les industries, on a aujourd'hui le soin d'employer le moins de matière possible pour obtenir un résultat déterminé ; mais cette recherche de la légèreté est en général uniquement motivée par des considérations économiques, et lorsqu'on s'aperçoit qu'un allègement théoriquement désirable sera en réalité plus coûteux, on n'hésite pas à y renoncer. En aéronautique il en va tout autrement ; l'allègement est désirable en lui-même, indépendamment de toute question d'argent ; c'est grâce à lui qu'on pourra emporter dans son ballon quelques kilogrammes de lest de plus, qui prolongeront la durée du voyage ; c'est lui qui permettra d'utiliser un moteur plus fort de quelques chevaux, grâce auquel on obtiendra la dirigeabilité d'un appareil. Aussi était-on, à Chalais, hypnotisé par cette recherche de la légèreté ; les ateliers, les bureaux d'étude, y étaient tellement habitués, qu'il n'était pas besoin de l'impulsion du maître pour qu'on y songeât. Il en est résulté un caractère spécial des appareils construits par le colonel Renard ou sous sa direction.

Le second caractère de ces appareils est l'élégance ; la poursuite de la légèreté y contribue forcément, mais cette élégance le colonel Renard y tenait pour elle-même. Évidemment il la recherchait surtout comme la résultante de l'harmonie de formes rationnellement étudiées, mais il ne dédaignait pas de donner à ses appareils un aspect satisfaisant pour l'œil, et il tenait la main à ce que ses collaborateurs en fissent autant. Un détail, d'ailleurs, entre tous, permettra de se rendre compte du sens esthétique qu'il possédait et qui était pour lui un besoin. Pendant plus de vingt-cinq ans il eut à construire, à Chalais, des

ateliers, des hangars à ballons, des usines à hydrogène, toutes choses généralement d'apparence peu artistique, mais il tint à le faire sans gâter l'admirable paysage au milieu duquel il vivait, et il y réussit chaque fois que sa volonté ne fut pas entravée.

Quant à l'étendue de son travail d'ingénieur, elle fut considérable et, pour vous en donner une idée, je ne puis mieux faire que de vous lire un extrait du discours prononcé à ses obsèques par un de ses anciens élèves préférés, le commandant Hirschauer, du bataillon d'aérostiers :

« Comme construction, avant lui, rien, que des procédés empiriques et le plus souvent injustifiés ; avec lui, des règles précises basées sur les lois de la résistance des matériaux.

« Comme procédés de gonflement, avant lui, des appareils rudimentaires, lourds et encombrants ; avec lui, des appareils simples, à production continue, portatifs.

« Comme méthode d'emploi, avant lui, rien ou des règles oubliées ; avec lui une théorie nette, scientifique, conduisant à des prescriptions claires, dont l'application a permis d'exécuter d'immenses voyages aériens. »

Si l'ingénieur qu'était le colonel Renard était moins connu du public que l'inventeur, le professeur était à peu près ignoré de tout le monde. En effet, à part quelques conférences publiques à des sociétés savantes, son enseignement fut donné dans l'enceinte fermée de Chalais. Pendant une quinzaine d'années il y eut dans cet établissement, au mois de mai ou de juin, une période d'instruction. En ce moment le parc, qui servait en général d'asile à un laboratoire de recherches et à un atelier de construction, se transformait en école ou plutôt devenait une école temporaire, sans perdre pour cela son caractère habituel. Cette période nous apportait à tous un surcroît de besogne, mais le colonel Renard et ses collaborateurs la considéraient comme une précieuse récompense, car c'était à ce moment seul qu'ils pouvaient avoir la jouissance de communiquer les résultats de leurs travaux. Indépendamment des exercices pratiques qui la remplissaient et en particulier des ascensions libres, un véritable cours était professé à Chalais. C'est de ce cours que je vais vous donner une idée.

Laissant à ses collaborateurs la partie historique, la description et le mode d'emploi du matériel aérostatique réglementaire, il s'était réservé dans cet enseignement la portion la plus élevée. Ce cours comprenait pour lui sept ou huit leçons, dont le programme pouvait se subdiviser en six parties.

Dans la première partie, le conférencier posait les bases du problème de la navigation aérienne, qu'il subdivisait immédiatement en deux : celui de la

sustentation et celui de la *direction*. Il indiquait ensuite que la sustentation pouvait être obtenue par deux procédés : — un procédé *statique* (appareils plus légers que l'air), — un procédé *dynamique* (appareils plus lourds que l'air). Il posait alors immédiatement le problème de la sustentation statique et à cet effet il faisait d'abord une étude complète du *poids de l'air atmosphérique* et de ses variations avec la pression barométrique, la température, l'état hygrométrique, la latitude, l'altitude, etc. Cette première étude terminée, il passait en revue tous les gaz plus légers que l'air et, par suite, susceptibles d'être employés en aérostation. Il faisait voir rapidement comment, parmi ces gaz assez peu nombreux, le choix se réduisait dans la pratique au gaz d'éclairage et à l'hydrogène, et il étudiait le *poids de ces gaz usuels* et leurs variations, de la même manière qu'il l'avait fait pour le poids de l'air. La *force ascensionnelle* du gaz étant par définition la différence entre le poids de l'unité de volume de l'air atmosphérique et celui de l'unité de volume du gaz léger, l'étude précédente permettait d'aborder sans difficulté celle de la force ascensionnelle et de se rendre compte de ses variations dans les diverses circonstances.

La deuxième partie était entièrement consacrée au *nivellement barométrique*, qui est pour les aéronautes à peu près le seul moyen de se rendre compte, du moins approximativement, de la hauteur à laquelle ils se trouvent. Le nivellement barométrique en ballon se fait d'une façon toute différente de celui qu'on peut exécuter en pays de montagne, où l'on observe le baromètre simultanément dans deux stations différentes dont on veut connaître l'altitude. En ballon on est réduit à une observation unique pleine de difficultés spéciales dans l'observation et d'une incertitude plus grande dans les résultats. C'est en raison de ces circonstances particulières qu'il croyait devoir donner un assez grand développement à ce chapitre de son enseignement.

La troisième partie était consacrée à l'étude des pressions apparentes dans les aérostats et de leurs conséquences. Après avoir défini ces pressions apparentes, fait connaître leurs causes et étudié la loi de leurs variations avec les conditions atmosphériques, la nature du gaz employé, le degré de plénitude du ballon, l'altitude de la région considérée de la masse gazeuse, le colonel Renard faisait connaître les deux principales conséquences de ces pressions. La première est d'imposer à l'étoffe du ballon une certaine fatigue, et il se trouvait, par suite, amené à étudier les *tensions des étoffes* des ballons ou autres matières constituant l'enveloppe de la masse gazeuse, et à ce propos il avait fait une théorie complète de ces tensions superficielles et de leurs variations suivant les différentes circonstances. La deuxième conséquence est de déterminer, pour les gaz qui passent par un orifice de l'enveloppe, des vitesses données qui sont fonction de la pression apparente et de la densité des gaz considérés. Le calcul de cette vitesse l'amenait à l'étude rationnelle des orifices volontairement pra-

liques, tels que les soupapes supérieures et les appendices inférieurs des ballons, et à déterminer leurs dimensions en raison des *vitesse d'écoulement des gaz* et du rôle attribué à ces orifices. Examinant ensuite les cas de perforation accidentelle, il déduisait de considérations analogues les conséquences de ces ouvertures qui peuvent se produire en diverses circonstances, et notamment à la guerre par l'effet des projectiles.

La quatrième partie était consacrée à l'étude des *mouvements verticaux des aérostats*. C'est là un chapitre d'aérostatique très intéressant sur lequel, à la fin du XVIII^e siècle, Meunier avait déjà présenté un mémoire remarquable à l'Académie des Sciences. Ce travail était tombé dans un oubli complet. Aussi, quand le capitaine Charles Renard commença à s'occuper d'aérostation, il trouva sur ce point un manque absolu de doctrine, ou, ce qui était pis, des idées erronées, établies par certains comme des axiomes incontestables. Ignorant, comme tout le monde alors, les travaux de Meunier, dont il n'eut connaissance que quelques années avant sa mort, il fit une théorie complète de cette question capitale. Ce fut une des études auxquelles il attacha la plus grande importance. L'ayant poursuivie pendant plusieurs années, ou pour mieux dire, n'ayant jamais cessé de s'en occuper et ayant pu, par l'expérience de ses nombreuses ascensions, confirmer ses conceptions théoriques, il poussa naturellement beaucoup plus loin la question que n'avait pu le faire Meunier, et à sa suite, plusieurs de ses élèves, devenus ses collaborateurs, y apportèrent leur contribution. De cette théorie des mouvements verticaux des aérostats, il déduisit des règles précises de manœuvre, dont l'expérience a démontré la valeur et qui sont adoptées aujourd'hui par tous les bons aéronautes. C'est grâce à ces règles que, dans le service de l'aérostation militaire français, des aéronautes, formés en quelques leçons à son école, exécutèrent de très nombreuses ascensions dans des conditions de sécurité parfaite et en augmentant notablement la moyenne des distances parcourues auparavant.

La cinquième partie du cours était impatientement attendue des auditeurs. Elle avait trait aux *ballons dirigeables* et chacun était avide d'entendre l'inventeur parler de ses devanciers, de ses exploits passés et de ses espoirs pour l'avenir. Arrivant vers la fin de cette période d'instruction, cette conférence avait un auditoire ayant reçu déjà de solides principes aéronautiques et possédant une certaine pratique des ascensions; aussi était-elle très appréciée des officiers et très fructueuse pour leur instruction.

Enfin le cours se terminait par une leçon sur les *appareils plus lourds que l'air*, c'est-à-dire sur ceux qui utilisent la sustentation dynamique dont il avait annoncé l'existence au début. Là, tout était nouveau pour les auditeurs. Les conceptions théoriques, appuyées de gracieuses et saisissantes expériences, ne pénétraient peut-être pas entièrement dans leur esprit, en raison de la difficulté

du sujet, mais elles laissaient à chacun la conviction de l'avenir de cette solution. Elles lui laissaient aussi l'impression fort nette que si la grande majorité du public, même éclairé, n'avait sur l'aviation que des notions vagues, quelques personnes possédaient au contraire des idées précises et fécondes, et parmi ces personnes, nul ne les possédait à un plus haut degré que le directeur de l'aérostation militaire de France.

Après avoir exposé à grandes lignes le programme du cours du colonel Renard, il n'est pas inutile de vous donner une idée générale du caractère de son enseignement. Il excellait dans l'art de rendre saisissantes pour son auditoire les idées les plus abstraites et les conceptions les plus délicates. Dans ce but, il synthétisait souvent toute une théorie en quelques expressions techniques de sa création, la plupart du temps admirablement choisies, et se gravant dans la mémoire comme un symbole inoubliable.

Je pourrais en citer un grand nombre d'exemples, mais je suis obligé de me limiter. Je ne puis pourtant ne pas signaler cette expression de *hauteur homogène* qu'il employait fréquemment dans ses leçons sur le poids de l'air, le nivellement barométrique et les mouvements verticaux des aérostats. Cette expression signifie la hauteur qu'aurait l'atmosphère si elle était constamment homogène et à la pression du lieu d'observation. Cette hauteur est d'environ 8000 mètres, nombre facile à retenir. Il résulte de cette notion une foule de connaissances simples et pratiques, surtout lorsqu'on sait que la hauteur homogène est indépendante du point d'observation et que par suite, à quelque hauteur qu'on se trouve, on a toujours au-dessus de soi l'équivalent d'une hauteur de 8 kilomètres d'une atmosphère qui aurait constamment la pression ambiante. Grâce à cette notion on sait qu'en montant de 1 mètre on perdra $\frac{1}{8000}$ de la pression actuelle. Il est sensiblement vrai qu'en s'élevant de 10 mètres on en perdra $\frac{1}{800}$ et en s'élevant de 100 mètres on en perdra $\frac{1}{80}$. Cette simple remarque suffit pour faire voir que des notions qu'on ne peut théoriquement obtenir qu'au moyen de calculs compliqués peuvent entrer dans la mémoire lorsque les lois qui y président sont formulées d'une manière synthétique, et le colonel Renard était incomparable dans l'art de présenter la Science de cette façon.

Je vous rappellerai aussi cette expression de *qualité sustentatrice* des appareils d'aviation. Cette quantité, qu'il a définie dans ses dernières communications à l'Académie des Sciences, permet de se rendre compte de la valeur d'un système sustentateur quelconque en le comparant à un plan de surface donnée, se mouvant orthogonalement dans l'air.

Il excellait aussi dans l'art de rendre facilement traduisibles en langage vulgaire les formules algébriques les plus abstraites. Il employait pour cela deux

moyens; le premier consistait à faire voir quels étaient, dans ces formules, les simples termes de correction, à les mettre à part et au besoin à s'en débarrasser pour ne laisser qu'une formule simplifiée.

C'est ainsi par exemple que dans la plupart des questions où le poids de l'air intervient en aéronautique, il le remplaçait par ce qu'il appelait un air moyen, de densité 1,25, qui correspondait à des valeurs moyennes de la pression barométrique, de la température et de l'état hygrométrique et qui avait en outre l'avantage, avec une hauteur homogène de 8000 mètres, de donner par mètre carré une pression de 10 000 kilogrammes, ce qui correspond à l'atmosphère industrielle de 1 kilogramme par centimètre carré. Dans la réalité, la valeur de cet air moyen convenait à peu près pour une altitude de 200 mètres environ, qui est très voisine du niveau moyen du sol.

Un exemple intéressant à citer est celui de la phrase par laquelle il faisait connaître la hauteur à laquelle on s'élève en aérostat à la suite de la projection d'une certaine quantité de lest. La formule exacte qui donne cette hauteur en fonction du volume du ballon, du gaz employé, de la température, de l'état hygrométrique, de l'altitude du point de départ, etc., est assez compliquée; il la résumait dans cette phrase lapidaire : *la dépression relative est égale au délestage relatif*, ce qui veut dire que si on projette hors de la nacelle d'un aérostat une quantité de lest égale par exemple à un dixième de la force ascensionnelle totale du gaz du ballon (produit du volume du ballon par la force ascensionnelle du mètre cube de gaz) on s'élèvera jusqu'à une hauteur telle que la pression atmosphérique ambiante soit moindre d'un dixième que celle du point de départ; on aura donc perdu la même fraction de pression que de lest, comparée au poids que le gaz du ballon peut élever en totalité.

Son second procédé consistait à grouper les termes des formules de manière à donner à ces groupements une interprétation facile à exprimer en langage vulgaire et à fixer dans l'esprit. Permettez-moi de vous en citer un exemple.

Dans les appareils d'aviation on fait souvent usage de la formule suivante :

$$P^3 = KST^2$$

dans laquelle P représente le poids soulevé par un appareil, K est un coefficient qui dépend de la forme et de la nature de l'appareil, S la surface porteuse et enfin T est le travail par unité de temps nécessaire pour maintenir en l'air le poids P. Ainsi présentée la formule ne parle pas beaucoup à l'esprit. On y voit que le cube d'un poids est proportionnel au produit d'une surface par le carré d'une puissance, ce qui est d'une interprétation assez difficile. Mais si l'on divise les deux membres par T^2 on obtient la formule sous une nouvelle forme :

$$\frac{P^3}{T^2} = KS$$

Prenant ensuite un des P du numérateur du premier membre et le faisant passer en dénominateur dans le second, j'obtiens :

$$\frac{P^2}{T^2} = K \frac{S}{P}$$

Si, maintenant, dans chaque membre j'intervertis l'ordre de mes fractions, j'obtiens :

$$\frac{T^2}{P^2} = K' \frac{P}{S}$$

ou mieux :

$$\left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{P}{S}$$

Ici l'interprétation de la formule devient facile :

$$\frac{T}{P}$$

est le quotient d'un travail par unité de temps, divisé par un poids, c'est-à-dire une longueur parcourue par unité de temps ou une vitesse; cette vitesse est celle dont s'élèverait, au moyen d'un mécanisme ordinaire tel qu'un treuil, le poids considéré, sous l'influence d'une puissance motrice égale à celle qui est nécessaire pour le soutenir dans l'air au moyen de l'appareil considéré. Si cette vitesse fictive est de 1, 2 ou 3 mètres par seconde, cela veut dire que pour maintenir l'appareil à une hauteur constante il faudra lui fournir la même puissance motrice que celle qui serait nécessaire pour l'élever verticalement de 1, 2, ou 3 mètres par seconde. Quant à la fraction du deuxième membre

$$\frac{P}{S},$$

c'est la charge par unité de surface porteuse. La formule, qui paraissait revêche au premier abord, est donc susceptible d'une traduction en langage vulgaire, très claire et très commode à retenir. Elle veut simplement dire que la puissance motrice nécessaire pour soutenir un poids donné avec un appareil d'aviation, est la même que celle qui serait nécessaire pour élever un même poids avec une certaine vitesse, et que cette vitesse fictive d'ascension est proportionnelle, pour un appareil donné, à la racine carrée de la charge par unité de surface porteuse. Cet exemple caractérise très bien la manière dont le colonel Renard savait présenter à l'esprit les notions les plus abstraites.

Son mode d'exposition en général n'avait rien de dogmatique, bien que les sujets qu'il traitait d'habitude parussent s'y prêter. Sa méthode didactique ne consistait pas à élever son auditeur rapidement comme à bord d'un ballon et à lui faire voir d'un coup d'œil général un ensemble de vérités. Il aimait au con-

faire à marcher pas à pas, vous faisant pour ainsi dire découvrir la science avec lui, semblable à un guide en pays de montagne qui vous entraîne par des sentiers souvent difficiles et ardu, mais dont on sent qu'il a une entière connaissance, pour vous amener tout à coup sur un sommet radieux où l'on se



Le Colonel Ch. Renard.

trouve frappé d'admiration devant la Science qui se dévoile à vos yeux et devant le Maître qui vous l'a révélée.

Car c'était un Maître dans toute l'acception du mot, et il le fut, non pas à cause de son caractère autoritaire, mais par l'ascendant incontestable de sa vaste intelligence.

Sa supériorité, bientôt reconnue de tous ceux qui l'approchaient, était

d'ailleurs facilement acceptée par tous, car si je ne vous ai parlé, comme le cadre de cette conférence m'y obligeait, que de l'homme considéré au point de vue intellectuel, c'était aussi, et peut-être surtout, un homme de cœur, qui savait inspirer autant d'affection que d'admiration dans son entourage. Il possédait en outre un don spécial, celui de se mettre à la portée de tous; au milieu de savants, comme avec des ouvriers, entouré des hauts personnages de la Science, de la Politique ou de l'Armée, comme dans un cercle familial d'amis intimes, il était toujours et pour tous un charmeur, et exerçait ainsi une douce influence, que n'oublieront jamais ceux qui l'ont subie.

Que reste-t-il aujourd'hui de l'œuvre du colonel Charles Renard? Pour le public peu de chose, ou du moins ce qui est connu aujourd'hui est tout à fait insuffisant pour donner une idée de l'importance et de la valeur de ses travaux. Il a, en effet, dépensé presque toute sa vie au service de l'État, occupé à des recherches ou à des expériences considérées comme confidentielles et, comme l'a dit excellemment à ses funérailles M. d'Arsonval, que je vous demanderai la permission de citer encore une fois: « Le plus grand sacrifice qu'un savant puisse faire à son pays, ce n'est pas de lui donner son sang ou sa vie, c'est de lui offrir ses idées et les résultats de ses travaux sous le voile de l'anonymat. La mémoire de l'homme qui a fait preuve de cette abnégation doit être doublement sacrée pour ses concitoyens, son nom doit être préservé de l'oubli et, ce qui est pire, de l'ingratitude. »

Pour atteindre ce but, je voudrais élever à la mémoire de celui dont nous déplorons la perte un monument sous une triple forme.

Je voudrais d'abord lui ériger un monument matériel qui transmette à la postérité les traits de l'inventeur et le souvenir de son œuvre. Ce savant épris de toutes les belles choses a su inspirer à des artistes une vive affection. Ils sauront le faire revivre par le bronze et symboliser ses principales découvertes. Pour la réalisation matérielle de ce projet, le concours des amis et admirateurs du colonel Renard ne nous manquera pas.

La partie technique de son œuvre, d'abord réservée aux besoins militaires, s'est, durant ces dernières années, répandue dans l'industrie par la force des choses, grâce au concours de collaborateurs dévoués et compétents. J'ai formé l'espoir que ces inventions entreront de plus en plus dans le domaine de la pratique et que, pour sa part, le colonel Renard aura été un bienfaiteur de l'humanité. Ce sera, sous une autre forme, un monument qui fera vivre sa mémoire.

S'il a beaucoup écrit, il a très peu publié. Il y avait à cela diverses raisons. La première consistait dans la nature confidentielle de ses travaux et le secret professionnel qui l'empêchait d'en parler. La seconde tenait à sa grande exigence pour lui-même et au grand besoin de perfection qui était inné dans sa

personne. Quoi qu'il en soit, il a laissé un nombre considérable de manuscrits dont la plupart peuvent être publiés sans inconvénient, les questions qui y sont traitées n'ayant pas ou ayant cessé d'avoir un caractère confidentiel. Avec le concours de savants, ses amis et les miens, j'ai l'intention de dépouiller ces manuscrits et de les mettre au point quand ce sera nécessaire, puis de publier tout ce qui me semblera digne d'intérêt. Ce sera un troisième monument à élever à sa mémoire et ce sera en même temps un service inappréciable rendu à la Science. Je ne crois pas me faire d'illusion en pensant que la Société d'Encouragement, qui a toujours témoigné tout l'intérêt qu'elle prenait aux travaux du colonel Renard, voudra bien contribuer par son appui moral, et au besoin par son aide matérielle, à cette publication. Ce sera pour moi une nouvelle occasion de lui témoigner toute ma gratitude.

J'ai fini. Il me reste à vous remercier de votre bienveillante attention, dont j'ai peut-être un peu abusé. J'ai cherché à faire revivre devant vous un savant, un ingénieur, dont tous vous avez senti la perte. Cette mort marque dans mon existence deux phases distinctes. Dans la première j'ai consacré ma vie à collaborer aux travaux de mon frère; il me semble que c'était là ma mission, ma raison d'être. Maintenant qu'il n'est plus, je continuerai à remplir dans la mesure du possible un rôle analogue en faisant connaître et apprécier l'œuvre de celui pour lequel j'avais autant d'admiration que d'affection fraternelle.

AGRICULTURE

LE MATÉRIEL AGRICOLE AU DÉBUT DU XX^e SIÈCLE, par **M. Ringelmann**,
membre du Conseil (*Suite*).

C. — DE L'INVENTION DES MACHINES AGRICOLES

Il y a eu certainement des esprits inventifs qui devancèrent leur époque...

Les cultures en lignes, dont l'éloge n'est plus à faire, avaient été depuis longtemps proposées par Patullo et par Jetro Tull; ce dernier, après en avoir constaté pratiquement les avantages, imaginait un semoir et un cultivateur; il chercha aussi à améliorer la charrue, mais son esprit trop avancé pour l'époque le conduisit à la ruine en cherchant de nouvelles méthodes d'exploitation du sol qui n'étaient pas en relation avec les conditions économiques d'alors: on gagnait assez avec une année de jachère et on n'éprouvait pas encore le besoin de la remplacer par une récolte; Jetro Tull laissa un livre sur les cultures sarclées où il parle de la houe à cheval. En France, le semoir Hugues eut beaucoup à lutter contre le parti pris, contre le mauvais vouloir des agriculteurs, mais il eut aussi le tort de venir trop tôt, car une machine nouvelle ne peut être utilement employée qu'à la suite des améliorations nécessaires apportées préalablement à la culture et aux procédés d'exploitation du sol.

Il y a là une harmonie qu'on doit observer sous peine de produire des inventions stériles, tout au moins pour un certain laps de temps; une machine, si perfectionnée qu'on la suppose, qui se produit avant que les circonstances économiques n'en permettent avantageusement l'emploi, réunit toutes les chances possibles de ruiner son inventeur! Les inventeurs heureux, qui ont pu recueillir les bénéfices légitimes de leur travail, peuvent se compter, et en étudiant leurs inventions on voit qu'elles répondaient toujours à un besoin économique de leur époque.

L'emploi dans une localité, dans une région, d'une machine nouvelle qui donne de meilleurs résultats que les anciens procédés, a toujours pour effet de stimuler un certain nombre d'esprits qui cherchent, à leur tour, à faire une autre machine ou à *faire autrement* avec des pièces différentes, sans souvent se préoccuper de *faire mieux*.

Anacharsis Combes (de Castres) écrivait en novembre 1844 (1), à propos des instruments en usage dans le Midi, et des machines à introduire dans cette région :

« Il est incontestable que l'introduction graduelle des machines dans une localité, destinée par sa nature topographique à devenir le centre d'une vaste exploitation industrielle, hâte considérablement l'amélioration du sort des classes ouvrières et des populations rurales, et favorise leur accroissement ou tout au moins prévient leurs émigrations trop fréquentes aujourd'hui (2); ce qui veut dire qu'elle facilite l'emploi de la force des enfants et des femmes, en produisant des effets d'une supériorité incontestable sur ceux des méthodes actuelles. Tel est le prochain avenir réservé à la mécanique agricole.

« Telle est aussi, dans un autre sens, la cause qui nous pousse, en ce moment (1844) plus que jamais, à créer ou à perfectionner les instruments propres à la culture du sol. Il n'est aucun de nous qui ne soit, ou du moins qui ne pense être pour quelque chose dans l'amélioration, soit de la herse, soit de la charrue, soit de tout autre outil aratoire; de sorte que si chaque prétention individuelle aboutissait à une réalité, ces *nec plus ultra* du savoir agronomique de nos pères seraient à des distances énormes du point où ils les avaient laissés et auraient depuis longtemps résolu le problème insoluble de la perfection. »

« Cette maladie du progrès empêche souvent qu'il ait lieu, par cela même qu'un trop grand nombre d'opérateurs se presse pour le produire. Avec l'encouragement né de notre législation sur les brevets d'invention, il n'est pas rare de trouver des hommes qui passent leur vie entière à rechercher non pas en quoi ils feront *mieux* que d'autres, mais comment ils s'y prendront pour faire *autrement* qu'eux. De là une infinité de travaux sans coordination, qui, mis au jour sous un nom inconnu et recommandés seulement par l'annonce des journaux à tant la ligne, demeurent ignorés; de là aussi une confiance accordée, souvent mal à propos, au charlatanisme et à l'intrigue. »

Il ne s'agit pas seulement de vouloir faire des machines perfectionnées, il faut pouvoir les établir; aussi on comprend que d'anciens systèmes, même très bien conçus, n'aient jamais pu recevoir d'exécution par suite des procédés rudimentaires employés à leur époque dans la fabrication. Si nous avons vu qu'il doit exister un rapport entre les méthodes de culture et les machines améliorées, il faut qu'il y ait également une autre harmonie entre ces machines

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, n° 5, 1844, p. 201.

(2) C'est-à-dire en 1844; on voit ainsi que l'émigration des populations rurales préoccupait, depuis longtemps, nos prédécesseurs; il n'y a que ceux, sans aucune érudition, se bornant à voir ce qui se passe de leurs jours, qui croient que l'émigration des campagnes est un phénomène d'origine relativement récente.

et la construction : le perfectionnement des machines agricoles n'a donc pu avoir lieu qu'à la suite de ceux des industries métallurgiques, des machines-outils et des procédés de la construction mécanique.

Rien n'est plus curieux que de comparer, même très rapidement, les anciennes machines avec celles employées de nos jours, et le rapprochement de quelques spécimens ne peut être qu'intéressant et instructif (tous les clichés des figures que nous donnons ici sont des époques indiquées, sauf le n° 6).

Examinons la moissonneuse Bell de 1827 (fig. 1) ; le bâti était en bois, car, à cette époque, l'art du charpentier était bien plus avancé que celui du forgeron, le fer était cher, son travail imparfait et difficile ; nous donnons dans

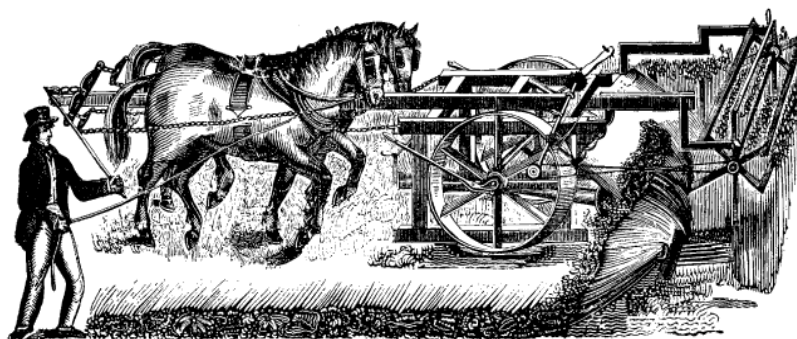


Fig. 1. — Ancienne moissonneuse Bell, de 1827.

la figure 2 la vue de la moissonneuse Mac Cormick de 1847. A côté de ces machines lourdes et encombrantes, comme les moissonneuses employées de nos jours paraissent légères ! (fig. 3, moissonneuse Wood de 1905) ; on peut faire la même réflexion en comparant les anciennes faucheuses (fig. 4) avec une faucheuse actuelle (fig. 5) dont les formes gracieuses et la légèreté des pièces n'ont pu être obtenues qu'avec les matériaux de choix et les procédés perfectionnés de la construction mécanique.

Après le dépiquage des céréales par le piétinement des animaux, on utilisait des traîneaux garnis de silex ; du temps de Varron, on employait, en Espagne, un chariot, désigné sous le nom de phénicien ou de carthaginois (fig. 6), dont les rouleaux étaient garnis de silex et plus tard de dents en acier : vers 1820, on se servait dans le Lot-et-Garonne d'un rouleau cannelé (fig. 7) monté dans un châssis de bois. La figure 8 représente l'ancienne machine à battre fixe d'Andrew Meikle, de grandes dimensions, avec de lourds engrenages, exigeant



Fig. 2. — Ancienne moissonneuse Mac Cormick, de 1847.

une forte charpente; ces machines étaient très coûteuses et produisaient relativement peu de travail. Quelle différence avec nos modèles actuels (fig. 9) !

Et les anciennes locomobiles (fig. 10) dont la forme nous paraît bizarre aujourd'hui, dont la construction est rudimentaire si on vient à la comparer aux locomobiles d'aujourd'hui (fig. 11) qu'il aurait été impossible de construire en 1860.

Comme nous le faisons remarquer tout à l'heure, beaucoup d'inventeurs cherchent surtout à employer d'autres procédés, d'autres formes, organes ou assemblages que ceux en usage, tandis que l'objectif d'un

petit nombre est de faire mieux. En général, les premiers sont étrangers aux choses de la culture, tandis que les seconds sont plus ou moins praticiens, ou sont initiés aux travaux agricoles.

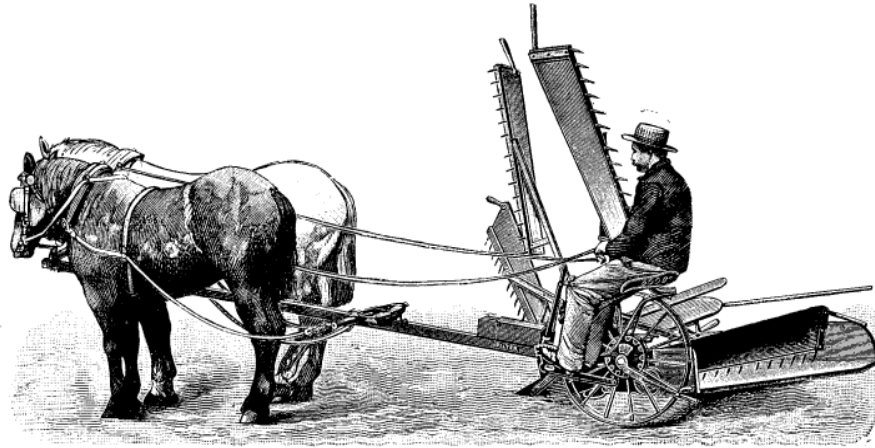


Fig. 3. — Moissonneuse Wood, de 1905.

En principe, pour créer, pour réaliser un perfectionnement pratiquement utilisable dans les machines agricoles, l'inventeur ou le constructeur doit pos-

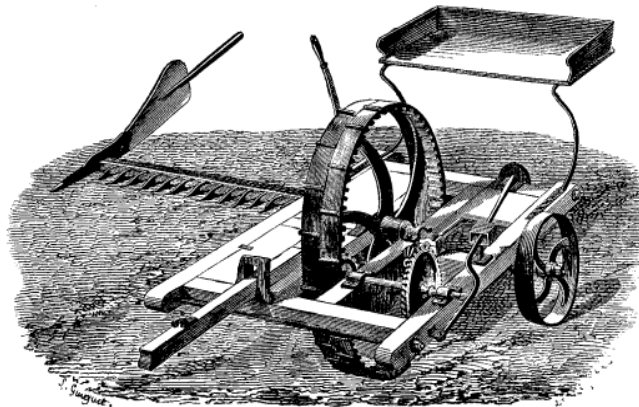


Fig. 4. — Ancienne faucheuse Burgess, de 1860.

séder des connaissances suffisantes sur la culture, et plus ces connaissances seront étendues, plus il y aura de chances de succès pour l'invention. Combien y a-t-il de personnes qui imaginent un dispositif, un mécanisme quelconque,

s'empressent de le faire breveter et, quand elles arrivent à la période d'exécu-

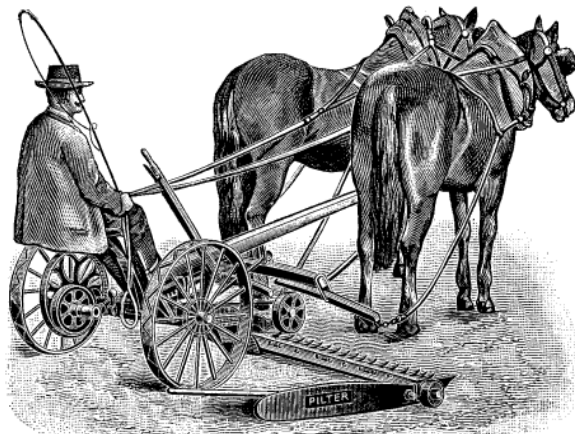


Fig. 5. — Faucheuse Wood, 1905.

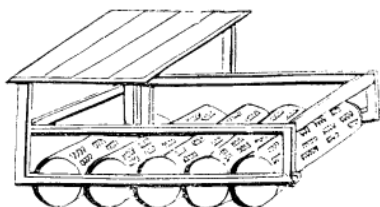


Fig. 6. — Chariot phénicien ou carthaginois
(50 av. J.-C.).

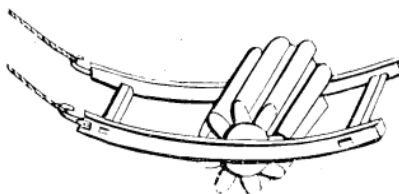


Fig. 7. — Rouleau à dépiquer les céréales
de 1820.

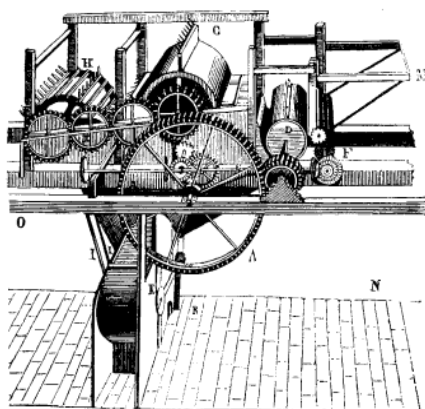


Fig. 8. — Ancienne batteuse Meikle, de 1834.

tion, constatent que la réalisation est impraticable? Puis l'on s'étonne que tant

d'inventeurs aient perdu leur temps et des capitaux dans des recherches stériles faites dans le but d'améliorer les procédés d'une industrie qu'ils ignoraient ! Il en est de même des inventeurs que des écrivains ; il ne suffit pas de savoir bien écrire, il faut surtout posséder les connaissances techniques nécessaires pour pouvoir donner utilement des conseils aux agriculteurs.

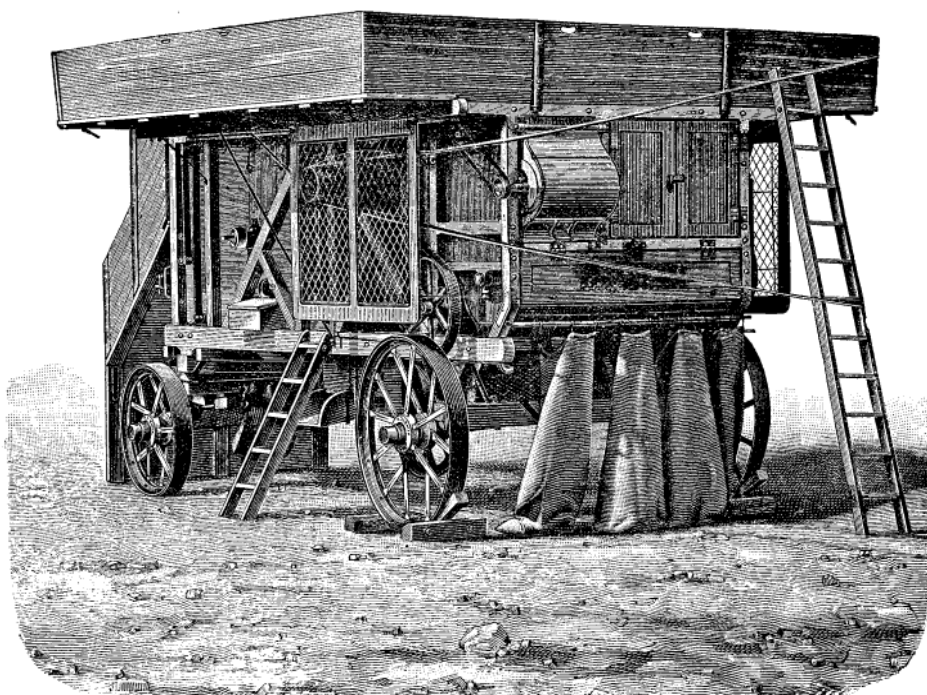


Fig. 9. — Batteuse à grand travail, de 1905.

En France, nos grands inventeurs de matériel cultivaient par eux-mêmes : Dombasle, à Roville ; Valcourt ; Moll, dans le Poitou ; Bataille dans le nord de la France ; Guillaume et Pluchet étaient agriculteurs aux environs de Paris ; des fabriques étaient annexées aux anciennes Écoles d'agriculture de Grignon et de Grand-Jouan, dirigées par Bella et par Rieffel ; une autre fabrique, celle de Bodin, était adjointe à la ferme-école des Trois-Croix, près de Rennes. Dès que le mouvement fut donné on supprima, avec raison, ces fabriques officielles et les ateliers privés s'organisèrent ; d'abord dans les centres agricoles importants : dans l'Oise, dans le Cher, dans le Pas-de-Calais, puis en Bretagne, en Anjou, en Limousin, en Franche-Comté, etc. ; peu à peu, leur nombre aug-

menta, leur rayon d'action s'étendit, surtout parce que l'instruction du cultivateur s'améliorait.

Un certain nombre de jeunes gens qui sortent de nos Écoles d'agriculture entrent dans la pratique et cultivent sur les différents points du territoire ; ils cherchent à importer chez eux les machines qu'ils ont pu étudier et apprécier à l'École, et si leur choix a été judicieux, si le succès a couronné leur œuvre, la démonstration pratique qu'ils ont faite trouve des imitateurs chez leurs voisins,

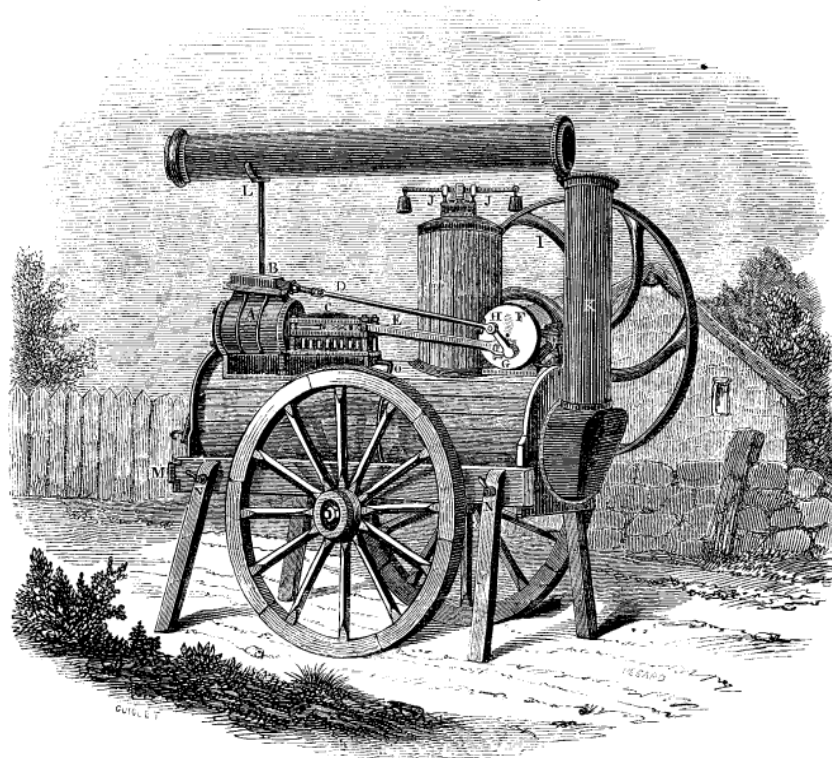


Fig. 10. — Ancienne locomobile de Lotz aîné, de 1836.

et le progrès gagne ainsi de proche en proche. On peut chercher dans toutes les questions qui nous intéressent, on y trouvera toujours le résultat, à plus ou moins longue échéance, de l'Enseignement agricole.

En Angleterre, Patrick Bell, qui imagina la moissonneuse dont nous avons parlé précédemment, était le fils d'un pasteur écossais, du village de Carmyllie en Forfarshire ; c'est le charpentier rural Andrew Meickle qui semble avoir construit la première batteuse pratique pour un de ses amis, le fermier Stein.

Thaer, en Allemagne, qui fit au commencement du XIX^e siècle un traité sur les *Nouveaux instruments d'agriculture*, était en même temps un agronome des plus distingués.

Pour l'Amérique, les exemples ne nous manquent pas d'inventeurs familiarisés avec les travaux agricoles : Jethro Wood (charrue) était un fermier des environs de New-York (1814-1819) ; David Bradley, James Oliver (charrues) ont commencé par cultiver la terre. Citons Obed Hussey ; puis Cyrus H. Mac

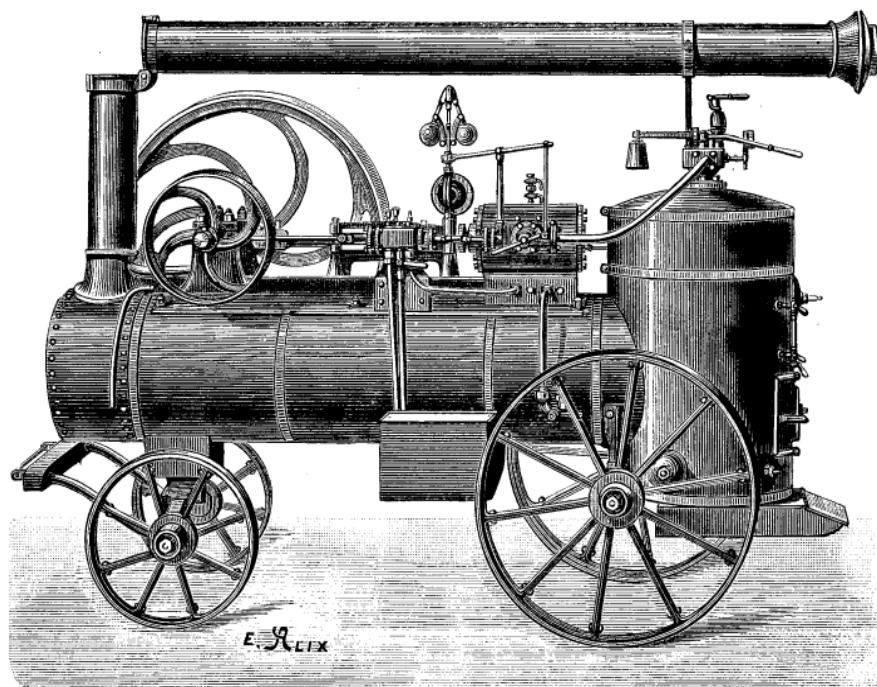


Fig. 11. — Locomobile Brouhot et C^e, de 1905.

Cormick qui était fermier, en Virginie, lorsqu'il inventa sa moissonneuse ; D. S. Morgan (faucheuse, râteau à cheval) était fermier ; un peu plus tard, Geo Esterley fabriquait une moissonneuse sur sa ferme en Wisconsin ; John H. Manny essayait sa moissonneuse sur la ferme de Manny, à Waddam's Grove (Illinois). Cyrenus Wheeler, Lewis Miller et Wm N. Whitley, qui apportèrent successivement des perfectionnements aux faucheuses, étaient tous agriculteurs.

Les frères C. W. et W. W. Marsh étaient fermiers quand ils imaginèrent la première machine pratique pouvant moissonner et porter des hommes pour lier

les gerbes ou des mécanismes lieurs automatiques. John F. Appleby était employé dans une ferme de l'Ouest lorsqu'il chercha son lieur automatique.

Geo W. Brown, l'inventeur du semoir à maïs (à poquets), charpentier de village, était très familiarisé avec les travaux de la culture. H. A. Pitts, en Canada, qui perfectionna les batteuses, était un forgeron de campagne. Parmi les grands constructeurs américains : Walter A. Wood, Augustus Adams, John Deere, Wm Parlin, Cornelius Aultman, étaient primitivement des forgerons ruraux jouissant d'une bonne réputation dans leur localité.

En résumé, un grand nombre d'inventions relatives aux machines agricoles sont faites par les cultivateurs. Familiarisés avec les besoins de leur industrie, les agriculteurs sont en excellente situation, ils ont les connaissances nécessaires pour indiquer les desiderata au mécanicien, qui doit, à son tour, donner au problème la réalisation pratique. Cette association de l'agriculteur et du mécanicien est donc indispensable; nous la constatons dans les bonnes manufactures de machines agricoles, dont les chefs, toujours en relations avec leur clientèle, tiennent compte des observations judicieuses qui leur sont faites, modifient et améliorent sans cesse leur matériel, non seulement dans l'intérêt même de leurs affaires, mais aussi au profit de l'agriculture nationale.

D. — DE LA CONSTRUCTION DES MACHINES AGRICOLES

Pendant longtemps l'agriculture continentale était, au point de vue d'un grand nombre de machines, tributaire de l'Amérique et de l'Angleterre. Alors qu'en France, vers 1860, les ateliers de construction étaient mal outillés, en Angleterre et en Amérique on comptait de nombreuses manufactures puissantes disposant des capitaux nécessaires et pourvues de bonnes directions techniques.

Peu d'industries ont eu et ont encore en perspective d'aussi importants débouchés que la construction des machines agricoles. Il y a là de quoi fixer très sérieusement l'attention des ingénieurs et des capitalistes; comme preuve, il n'y a qu'à consulter le tableau suivant qui montre l'accroissement, en France, des machines pendant une période de vingt années, de 1862 à 1882 :

Machines à vapeur fixes et locomobiles.	226	p. 100
Charrues diverses.	1,8	—
Semoirs mécaniques.	171,4	—
Houes à cheval.	662,3	—
Faucheuses.	102,7	—
Faneuses et râpeaux à cheval.	384,1	—
Moissonneuses.	79,7	—
Machines à battre.	109,5	—

L'augmentation des charrues est liée à l'augmentation de la superficie labourée, aussi ce chiffre est-il très faible comparativement aux autres.

Nos ateliers font une concurrence sérieuse à la construction étrangère, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants, résumant, d'après des documents officiels, l'importation et l'exportation des machines agricoles. — Pour l'année 1879, nous relevons :

Importations	7073000 francs.
Exportations	1993000 —

Le *Bulletin* n° 6 du Ministère de l'Agriculture (année 1887) nous donne les renseignements ci-dessous concernant le commerce spécial des machines agricoles pendant les années 1884, 1885 et 1886 :

1 ^o IMPORTATIONS			
	1884 Francs.	1885 Francs.	1886 Francs.
Appareils à vapeur (locomotives et locomobiles).	8891437	3420425	2032604
Appareils autres qu'à vapeur (pour l'agriculture).	3182899	2842211	3108910
Totaux.	12074336	6262636	5141514

2 ^o EXPORTATIONS			
	1884 Francs.	1885 Francs.	1886 Francs.
Appareils à vapeur (locomotives et locomobiles).	547766	451169	1017550
Appareils autres qu'à vapeur (pour l'agriculture).	2995733	2237172	2167663
Appareils à distiller	578723	184410	174722
Totaux.	4122222	2872751	3359935

D'après l'examen des chiffres du tableau précédent, les importations sont allées en diminuant :

De 48,1 p. 100 pendant 1884-1885	
De 17,9 — 1885-1886	

Tandis que les exportations ont :

Diminué de 30,3 p. 100 pendant 1884-1885	
Augmenté de 16,9 — 1885-1886	

Cependant il y a eu excédent des importations sur les exportations dans les proportions suivantes :

En 1884.	7952414 francs.
— 1885.	3389885 —
— 1886.	1781579 —

Cet excédent est allé en diminuant : de 57,3 pour 100 pendant 1884-1885, et de 47,4 p. 100 durant la période de 1885-1886 sur la période précédente.

Il y a donc beaucoup d'intérêt à étudier comparativement la construction dans différents pays; nous pouvons de suite faire entrevoir les rapports qui doivent exister entre la production des matières premières et les ateliers de construction de machines agricoles, puis ceux qui relient ces ateliers avec les conditions commerciales, les procédés de vente et de culture de chaque contrée.

Les constructions mécaniques sont en relations avec le combustible disponible et la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier; il est donc intéressant à ce point de vue de jeter un coup d'œil sur les statistiques suivantes qui permettent de classer les divers pays :

Houille.	Tonnes en 1903.
États-Unis.	319 000 000
Angleterre.	230 000 000
Allemagne.	162 000 000
Autriche-Hongrie.	40 000 000
France.	36 000 000

Production de la fonte.	1902	1903
États-Unis.	18 003 448 tonnes.	18 297 400 tonnes.
Allemagne.	8 402 660 —	10 083 634 —
Angleterre.	8 633 976 —	8 932 183 —
Total de ces trois pays. . .	35 060 084 —	37 333 217 —
Autriche-Hongrie.	1 335 000 —	1 335 000 —
Belgique.	1 102 910 —	1 216 300 —
Canada.	324 670 —	263 448 —
France.	2 247 427 —	2 827 668 —
Italie.	24 300 —	28 230 —
Russie.	2 566 000 —	2 210 000 —
Espagne.	330 747 —	380 284 —
Suède.	524 400 —	489 700 —
Autres pays.	615 000 —	625 000 —
Total général.	44 310 738 —	46 733 037 —

Production de l'acier.	1902	1903
États-Unis.	15 186 406 tonnes.	14 768 393 tonnes.
Allemagne.	7 780 682 —	8 801 313 —
Angleterre.	5 102 420 —	5 114 647 —
Total de ces trois pays. . .	28 069 508 —	28 684 733 —
Autriche-Hongrie.	1 143 900 —	1 146 000 —
Belgique.	776 875 —	981 740 —
Canada.	184 950 —	132 300 —
France.	1 635 300 —	1 854 620 —
Italie.	119 500 —	116 000 —
Russie.	1 730 250 —	1 525 000 —
Espagne.	163 364 —	199 642 —
Suède.	283 500 —	310 000 —
Autres pays.	412 000 —	418 000 —
Total général.	34 519 347 —	35 368 237 —

Tome 107. — Novembre 1903.

Il n'y a pas lieu de commenter longuement ces chiffres. Un pays qui possède la houille et le fer a une puissante supériorité pour les luttes de la paix comme pour celles de la guerre; celui qui n'en possède pas, ou qui n'en a qu'une quantité limitée, ne peut être entièrement maître de ses destinées; il est fatalement entraîné dans l'orbite des autres peuples possesseurs de ces richesses naturelles; la Géologie détermine ainsi, malgré nous, le rôle que les pays sont appelés à jouer dans le Monde.

Avant 1878, la construction des machines agricoles, et surtout celles destinées aux travaux de culture, se faisait presque toute en fonte et en fer, et dans bon nombre d'ateliers on n'employait plus le bois. De 1878 à 1889, quelques constructeurs substituèrent l'acier au fer, mais la généralisation de l'emploi de l'acier se fit à partir de 1889. L'acier étant plus résistant que le fer, au moins dans le rapport de 160 à 100, les constructeurs de machines agricoles avaient les premiers tout intérêt à employer ce métal : le prix de l'acier devenait relativement plus bas que celui du fer, et, pour la même résistance, on pouvait diminuer le poids de la matière. Afin de donner une idée des variations des cours de ces métaux, nous citerons les chiffres suivants qui étaient présentés par le Ministère des Travaux publics, dans la section de métallurgie de l'Exposition Universelle de Paris, en 1900 :

Années.	Prix moyen d'une tonne.				
	Fontes.		Fers.		Aciers profilés (rails).
	brutes. francs.	de première fusion. francs.	marchands, à profils spéciaux. francs.	tôles. francs.	
1850. . .	119	210	280	440	»
1860. . .	125	196	300	440	»
1862. . .	»	»	»	»	950
1870. . .	85	180	230	320	310
1880. . .	80	185	210	310	216
1890. . .	67	151	160	220	130
1898. . .	61	101	161	194	139

Dans ce tableau, il faut comparer les prix des fers profilés avec ceux des rails. On voit que, si à partir de 1870 le fer pouvait remplacer le bois, à partir de 1890 l'acier a pu prendre économiquement la place du fer dans la construction des machines. Comme nous l'avons fait remarquer bien des fois, l'étude des perfectionnements d'une fabrication est intimement liée à celle des améliorations apportées au travail des industries préparatoires; or, depuis peu d'années, la chimie, les méthodes rationnelles et expérimentales se sont substituées, dans la sidérurgie, à l'empirisme et aux nombreux tours de main; très rapidement des traités récents sur la fabrication de l'acier sont devenus caducs, et on peut dire qu'aucune branche de la Métallurgie n'a fait, en si peu de temps,

des progrès aussi considérables. Rappelons le grand rôle joué par la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, dans l'étude des *alliages*. Pour ce qui nous concerne, nous pouvons nous réjouir que ces progrès de la Grande Industrie aient contraint les constructeurs à nous fournir des machines dans lesquelles l'acier a remplacé le fer.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant, au début du xx^e siècle, de dresser une liste récapitulative des grandes récompenses accordées aux inventeurs et aux constructeurs français de matériel agricole, à l'occasion des Expositions Universelles qui se sont tenues à Paris, en 1855, 1867, 1878, 1889 et en 1900; pour ce travail nous nous sommes limités aux exposants mis hors concours comme faisant partie du jury, et aux lauréats des grands prix, des médailles d'or et des médailles d'argent; nous aurons d'ailleurs l'occasion d'étudier les machines de ces exposants dans le cours de ce travail. Voici le résultat de nos compilations des listes officielles :

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.				
ARMELIN (Draguignan, Var).	1855	...	...	...	...
ARNHEITER (Paris).	1855	...	...	...	...
BAZIN (Mesnil-Saint-Firmin, Oise).	1855	...	...	...	...
FRANÇOIS BELLA (Grignon, Seine-et-Oise).	1855	...	...	...	...
BODIN (Trois-Croix, Rennes, Ille-et-Vilaine).	1855	...	1878	...	...
BONNET (Rousset, Bouches-du-Rhône).	1855	...	...	...	...
Colonie agricole de Mettray (Indre-et-Loire).	1855	...	1878	...	...
URBAIN COURNIER (Saint-Romans, Isère).	1855	...	...	...	...
DECROMBEQUE (Lens, Pas-de-Calais).	1855	...	1878	...	...
GROULON (Paris).	1855	...	...	...	...
GUSTAVE HAMOIR (Saultain, Nord).	1855	...	1878	...	...
LOTZ aîné.	1855	...	...	1889	1900
LOTZ, fils de l'aîné. } (Nantes, Loire-Inférieure).					
RENAUD et LOTZ (Nantes, Loire-Inférieure).	1855	...	...	...	...
DUVOIR.	1855	1867	1878	1889	1900
ALBARET.					
LEFEBVRE-ALBARET.					
LAUSSEDAI et C ^{ie}					
PINET.	1855	1867	...	...	1900
HENRY.					
S ^{te} des Usines.					
VACHON (Lyon, Rhône).	1855	1867	...	...	...
DELAHAYE-TAILLEUR.	...	1867	1878	1889	1900
A. BAJAC.					
VALLERAND (Moufflaye).	...	1867	1878	...	...
MINELLE (Villardelle).	...	1867	...	...	...
CH. DE MEIXMORON DE DOMBASLE (Nancy, Meurthe-et-Moselle).	...	1867	1878	...	1900

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.			
	1867	1878	1889	1900
BOUTHILLER DE BEAUMONT (Collonges-sous-Salève, Haute-Savoie)	1867	.....	.....	.....
CARAYON-LATOIR	1867	.....	.....	.....
BREDUILLEARD (Neufchâtel)	1867	.....	.....	.....
CASANOVA (château de Montifaux)	1867	.....	.....	.....
MOREAU-CHAUMIER (Tours, Indre-et-Loire)	1867	1878	.....	.....
RENAULT-GOUIN (Sainte-Maure, Indre-et-Loire)	1867	1878	.....	.....
HENRY frères (Dury-les-Amiens, Somme)	1867	1878	1889	1900
PELTIER jeune	} Paris	1867	.....	1889 1900
SENET ADRIEN				
ESTABLE (Tours, Indre-et-Loire)	1867	.....	.....	.....
VILLARD (Dijon, Côte-d'Or)	1867	.....	.....	.....
CARBONNIER-PAUCHET (Trye-Château, Oise)	1867	.....	.....	.....
DURAND (Lignières)	1867	.....	.....	.....
DE CHAUDESAIGUES DE TARRIEUX (château de Saint-Bonnet)	1867	.....	.....	.....
SUC et CHAUVIN (Paris)	1867	.....	.....	.....
GOUBET (Paris)	1867	.....	.....	.....
GLATARD (Roanne, Loire)	1867	.....	.....	.....
Usine de la Mulatière (Lyon, Rhône)	1867	.....	.....	.....
FERDINAND DEL (Vierzon, Cher)	1867	.....	.....	.....
GÉRARD	} (Vierzon, Cher)	1867	1878	1889 1900
Société française de matériel agricole				
DANEY (Dôle, Jura)	1867	.....	.....	.....
GAUTREAU (Dourdan, Seine-et-Oise)	1867	1878	1889	1900
MARÉCHAUX (Montmorillon, Vienne)	1867	.....	.....	.....
MAROT (Paris)	1867	.....	.....	.....
HATTÉ frères (Damery)	1867	.....	.....	.....
FUSELLIER (Saumur, Maine-et-Loire)	1867	.....	.....	.....
PILTER (Paris)	1867	1878	1889	1900
CAROLIS père et fils (Toulouse, Haute-Garonne)	1867	.....	.....	.....
GANNERON (Paris)	1867	.....	.....	.....
SITGER (Le Mans, Sarthe)	1867	.....	.....	.....
VILCOQ (Meaux, Seine-et-Marne)	1867	.....	.....	.....
CORROY (Rouceux)	1867	.....	.....	.....
MAROT (Niort, Deux-Sèvres)	1867	1878	1889	1900
JOSSE (Ormesson, Seine-et-Oise)	1867	1878	.....	.....
FRÈRE (Paris)	1867	.....	.....	.....
JÉRÔME (Amiens, Somme)	1867	.....	.....	.....
VALCK-VIREY (Saint-Dié, Vosges)	1867	1878	.....	.....
CHAMPONNOIS (Paris)	1867	1878	.....	.....
PERNOLLET	} (Paris)	1867	1878	1889 1900
CABASSON				
BILLIQUOUD	} (Paris)	1867	.....	.....
PAULVÉ-MILLOT (Troyes, Aube)				
LEPROHON-BOLVIN (Beaufort)	1867	.....	.....	.....
BEAUSSARD-VION (Auxy-le-Château, Pas-de-Calais)	1867	.....	.....	.....

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.			
THÉOPHILE MERCIER (La Ferté-sous-Jouarre, Seine-et-Marne)	1867	....	....	....
DUBOIS.	1867	....	....	....
Abbé PERDRIGEON (Versigny, Aisne).	1867	....	....	....
M ^{lle} MAUREY (Gacé, Orne).	1867	....	....	....
MICHEL PERRET (Tullins, Isère).	1867	1878	1889	....
MIMARD (Villeneuve-sur-Yonne, Yonne).	1867	....	....	....
LOTTE (Mausle, Seine-et-Oise).	1867	....	....	....
MABILLE frères (Amboise, Indre-et-Loire).	1867	1878	1889	1900
VEILLON (Matha, Charente-Inférieure).	1867	....	....	....
EGROT.	1867	1878	1889	1900
EGROT et GRANGÉ.				
SAMAIN (Blois, Loir-et-Cher).	1867	1878	....	....
LEDUC et C ^{ie} (Bar-sur-Aube, Aube).	1867	....	....	....
PORION (Wardrecques, Saint-Omer, Pas-de-Calais).	1867	1878	....	....
JOLY et CAMUS (Margny-lès-Compiègne, Oise).	1867	....	....	....
ABOILARD (Paris).	1867	....	....	....
GUÉRARD DÉLAURIERS (Caen, Calvados).	1867	1878	....	....
CONSTANT ZELLER (Ollwiller, Alsace-Lorraine).	1867	....	....	....
PRÉVOST (Saint-Germain-la-Poterie).	1867	....	....	....
DE SAINT-ROMAS (Paris).	1867	....	....	....
Marquis DE CALIGNY (Versailles, Seine-et-Oise).	1867	....	....	....
COIGNARD (Paris).	1867	....	....	....
NETT et DEMONT (Paris).	1867	1878	....	....
THIÉBAUT (Paris).	1867	....	....	....
JEANNIN frères (Pontarlier, Doubs).	1867	....	....	....
RAVENEAU (Paris).	1867	....	....	....
JUSSEAUME (Nantes, Loire-Inférieure).	1867	....	....	....
BROUHOT et C ^{ie} (Vierzon, Cher). . . . .	....	1878	1889	1900
CANDELIER (Bucquoy, Pas-de-Calais). . . . .	....	1878	1889	1900
DECAUVILLE aîné (Corbeil, Seine-et-Oise). . . . .	....	1878	1889	....
LOUET (Issoudun, Indre).	1867	1878	1889	....
GAILLÉ (La Charité-sur-Loire, Nièvre).	1867	....	....	....
PAUPIER (Paris). . . . .	....	1878	1889	1900
SAVARY. . . . .	....	1878	1889	1900
GAUTHIER et C ^{ie}				
LÉON BEAUME. . . . .	....	1878	1889	1900
VIDAL-BEAUME.				
BRUEL (Moulins, Allier). . . . .	....	1878	1889	1900
CASSAN (Bourgoin, Isère). . . . .	....	1878	1889	1900
CLERT (Niort, Deux-Sèvres). . . . .	....	1878	1889	1900
DEBAINS (Paris). . . . .	....	1878	....	....
DEFOSSE-DELAMBRE (Varennnes, Somme). . . . .	....	1878	1889	1900
DELTOMBE-LEROUX. . . . .	....	1878	....	....
DEMARLY et FOCUART (Origny-Sainte-Benoîte, Aisne). . . . .	....	1878	1889	....
FORTIN frères (Montereau, Seine-et-Marne). . . . .	....	1878	1889	1900
FOUJU. . . . .	....	1878	....	....

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.		
	1878	1889	1900
GARNIER (Redon, Ille-et-Vilaine)	1878	1889	1900
GUILLEUX (Segré, Maine-et-Loire)	1878	....	....
P. GUITTON (Corbeil, Seine-et-Oise)	1878	1889	....
HIGNETTE (Paris)	1878	....	....
LACROIX (Caen, Calvados)	1878	1889	1900
LEMAIRE, AUGER et AMIOT. } (Bresles, Oise)	1878	1889	1900
AMIOT et BARIAT. . . . .	....	....	....
LOUIS frères	1878	....	....
MARMONIER et fils (Lyon, Rhône)	1878	....	1900
MEUGNIOT (Dijon, Côte-d'Or)	1878	....	....
NICOLAS NOËL (Paris)	1878	1889	....
NOIR frères (Haimps, Charente-Inférieure)	1878	....	....
OSMONT (Caen, Calvados)	1878	1889	....
ÉMILE PUZENAT (Bourbon-Lancy, Saône-et-Loire)	1878	1889	1900
ROBILLARD et MARÉCHAL (Arras, Pas-de-Calais)	1867	1878	1889 1900
ROSSIN et DUVOIR	1878	....	....
SOUCHU-PINET (Langeais, Indre-et-Loire)	1878	1889	1900
TANVEZ-LEVER (Guingamp, Côtes-du-Nord)	1878	....	....
TRITSCHLER fils aîné (Limoges, Haute-Vienne)	1878	1889	....
ARBEY et C ^{ie} (Paris) . . . . .	....	1889	....
GEORGES BÉLIARD (Paris) . . . . .	....	1889	....
BOULET et C ^{ie} (Paris) . . . . .	....	1889	....
BRELOUX et C ^{ie} (Nevers, Nièvre) . . . . .	....	1889	1900
CHAMEROY, AUGUSTIN (Paris) . . . . .	....	1889	1900
CUMMING (Orléans, Loiret) . . . . .	....	1889	....
FONDEUR (F.-H. et POLI) } (Viry, par Chauny, Aisne) . . . . .	....	1889	1900
LETROTEUR . . . . .	....	1889	1900
HIDIEU (Châteauroux, Indre) . . . . .	....	1889	1900
HURTU (Nangis, Seine-et-Marne) . . . . .	....	1889	1900
JAPY frères et C ^{ie} (Beaucourt, territoire de Belfort) . . . . .	....	1889	....
MERLIN et C ^{ie} (Vierzon, Cher) . . . . .	....	1889	1900
PÉCARD frères (Nevers, Nièvre) . . . . .	....	1889	1900
SIMON et ses fils. . . . .	....	1889	1900
SIMON frères. . . . .	....	1889	1900
ALBERT RENAULT. . . . .	....	1889	1900
MARCOU. . . . .	....	1889	1900
P. DE SINGLY et C ^{ie} (Paris) . . . . .	....	1889	1900
BAILLOT (Auxerre, Yonne) . . . . .	....	1889	....
CARAMJA MAUGÉ (Paris) . . . . .	....	1889	1900
CHAMPENOIS-RAMBEAUX (Cousances-aux-Forges, Meuse) . . . . .	....	1889	1900
VICTOR CHAPÉLIER (Etrée, Mayenne) . . . . .	....	1889	....
CHAUSSADENT (Moissy-Cramayel, Seine-et-Marne) . . . . .	....	1889	1900
COCHARD. . . . .	....	1889	....
COURTIN-WALLERAND. . . . .	....	1889	....
DAVID (Orléans, Loiret) . . . . .	....	1889	1900

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.			
	1889	1889	1889	1900
DEMONCY-MINELLE (Château-Thierry, Aisne).			1889	.....
DENIS, LOUIS (Brou, Eure-et-Loir).			1889	1900
DURAND (Montereau, Seine-et-Marne).			1889	.....
FAITOT (Maisons-Alfort, Seine).			1889	1900
FAUL, CH. (Paris).			1889	.....
FILOQUE père (Bourgtheroulde, Eure).			1889	1900
FILOQUE fils (Caudebec-lès-Elbeuf, Seine-Inférieure).				1900
FROGER, ÉLIE (Feneu, Maine-et-Loire).			1889	.....
JANNEL (Martinville, Vosges).			1889	1900
JOLY et FOUCARD (Blois, Loir-et-Cher).			1889	.....
LALIS (Rantigny, Oise).			1889	1900
LIOT frères (Bihorel, Rouen, Seine-Inférieure).			1889	1900
MARÉCHAL (Arras, Pas-de-Calais).			1889	.....
MESLÉ-BEAUCHEZ.	{	(Nevers, Nièvre).	1889	1900
MESLÉ.				
MOT et C ^{ie}	{	(Paris).	1889	1900
WALLUT.				
NAUDIER (Guignes-Rabutin, Seine-et-Marne).			1889	.....
PARADIS (Haumont, Nord).			1889	1900
PÉTILLAT (Vichy, Allier).			1889	.....
PROTTE (Vendeuvre-sur-Barse, Aube).			1889	.....
PUZENAT aîné (Bourbon-Lancy, Saône-et-Loire).			1889	1900
RIGAULT (Creil, Oise).			1889	1900
TEXIER père.	{	Vitré (Ille-et-Vilaine).	1889	1900
TEXIER jeune.				
TRAYVOU.			1889	.....
YVERT (Mareuil-Marly, Seine-et-Oise).			1889	.....
PIQUET (Sartrouville, Seine-et-Oise).			1889	1900
MAGNIER (Provins, Seine-et-Marne).				1900
MAHOT (Ham, Somme).				1900
AUBERT, ALEXANDRE (Paris).				1900
A. CHAMBARD.	{	(Auxerre, Yonne).	1889	1900
COMMERGNAT.				
DUMAINE (Moissy-Cramayel, Seine-et-Marne).				1900
GUICHARD (Licusaint, Seine-et-Marne).				1900
GASSELIN (Paris).				1900
SOCIÉTÉ DE LA CARROSSERIE (Paris).				1900
VIAUD (Barbezieux, Charente).				1900
GOUGIS (Auneau, Eure-et-Loir).				1900
HÉRISSON, ALBERT (Paris).				1900
HIRT, ALBERT (Paris).				1900
HIRT, XAVIER (Paris).				1900
MAGNIER-BÉDU (Groslay, Seine-et-Oise).				1900
GUILLON et fils (Châteauroux, Indre).				1900
BEAUPRÉ (Montereau, Seine-et-Marne).				1900
DAURRON (Paris).				1900
AMOTROUX (Toulouse, Haute-Garonne).				1900

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.			
BOMPARD et GRÉGOIRE (Nîmes, Gard)				1900
PRÉVOTEAU (Étampes, Seine-et-Oise)				1900
MODAINE (Reims, Marne)				1900
SOCIÉTÉ MONORAIL (Paris)				1900
THOMÉ (Nouzon, Ardennes)				1900
LEBOUVIER-MÉNARD et PAPIN (Botz, Maine-et-Loire)				1900
PLISSONNIER (Lyon, Rhône)				1900
NODET (Montereau, Seine-et-Marne)				1900
CHAMPENOIS et DELACOURT (Chamouilley, Haute-Marne)				1900
LEBRETON (Paris)				1900
LEVASSEUR (Saint-Just-en-Chaussée, Oise)				1900
LORAIN (Doullaincourt, Haute-Marne)				1900
WITENBERGER (Frévent, Pas-de-Calais)				1900
RIVIÈRE et CASALIS (Orléans, Loiret)				1900
DAUBRESSE-LE-DOCTE (Arras, Pas-de-Calais)				1900
DUPUIS (Montier-en-Der, Haute-Marne)				1900
MENOT (Acy-en-Multien, Oise)				1900
NORMAND et C ^{ie} (Vierzon-Forges, Cher)				1900
SOCIÉTÉ DE ROSIÈRES (Bourges, Cher)				1900
PRESSON (Bourges, Cher)				1900
THINEY, AGÉNOR (Coussesegrey, Aube)				1900
BOUCHER (Corbeny, Aisne)				1900
DARLEY-RENAULT (Nemours, Seine-et-Marne)				1900
EGELEY (Marceney, Côte-d'Or)				1900
MAILHE (Orthez, Basses-Pyrénées)				1900
BARBOU (Paris)			1889	1900
MARLIN (Paris)			1889	1900
ROUHETTE (Paris)			1889	....
SIMONETON (Paris)			1889	1900
THIRION, ANTOINE (Paris)			1889	....
THIRION, LOUIS (Paris)				1900
BOURDIL (Paris)			1889	....
CHANTIERS DE LA BUIRE (Lyon, Rhône)			1889	....
FAFEUR (Carcassonne, Aude)			1889	1900
V ^{ve} LECLÈRE (Paris)			1889	....
NICOLON (Firminy, Loire)			1889	....
MOPIN (Eu, Seine-Inférieure)			1889	1900
BESNARD père, fils et gendres (Paris)				1900
CAZAUBON (Paris)				1900
DEROY fils aîné (Paris)				1900
SOCIÉTÉ DES FILTRES GASQUET (Bordeaux, Gironde)				1900
VERMOREL (Villefranche, Rhône)				1900
SOCIÉTÉ DES APPAREILS ROY (Bordeaux, Gironde)				1900
H. MONSERVIEZ (Bordeaux, Gironde)				1900
A. PHILIPPE (Paris)				1900
L. ANTOINE et C ^{ie} (Paris)				1900

Noms.	Récompenses obtenues aux Expositions Universelles de Paris.			
TH. GUILLEBEAUD (Angoulême, Charente). . .				1900
JULES WEITZ (Lyon, Rhône).				1900
GAILLOT (Beaune, Côte-d'Or).				1900
MALVEZIN (Bordeaux, Gironde).				1900
H. MONTUPET (Paris).				1900
M. ROUSSET (Nîmes, Gard).				1900
E. MEUNIER (Lyon, Rhône).				1900
SATRE (Lyon, Rhône).				1900
BRETON-GRELIER (Meung-sur-Loire, Loiret). .				1900

De cette longue liste, qui réunit 243 noms de constructeurs français de machines agricoles, on peut dresser le tableau suivant :

Nombre de maisons	Nombre d'Expositions Universelles où ces maisons ont été signalées.
1	5
10	4
21	3
55	2
136	1

Il y a une dizaine d'années, nous avons formé le projet de réunir des matériaux pour écrire, à la fin du XIX^e siècle, l'histoire de presque toutes les maisons françaises de construction de machines agricoles; nous avons été contraints d'abandonner l'idée, non pas à cause de l'importance de la tâche, mais bien parce que nous étions dans l'impossibilité matérielle d'avoir en communication les pièces authentiques nécessaires à toute étude impartiale. Nous pouvons cependant glaner dans les notes que nous avons pour en donner un aperçu dans cette *Introduction* où leur place est indiquée.

Nous parlerons en premier lieu des forges et ateliers de construction de Liancourt (Oise) parce que, grâce à de très bonnes et déjà anciennes relations amicales, nous avons la chance d'avoir eu entre les mains tous les contrats, actes de vente, pièces notariées, etc., en un mot les documents les plus précis permettant de suivre pas à pas le développement d'un de nos grands ateliers de construction de machines agricoles; qu'il nous soit permis de remercier vivement ici M. et M^{me} Bajac d'avoir bien voulu nous communiquer tous ces papiers de famille à l'aide desquels nous avons pu reconstituer ce que nous pourrions appeler l'histoire-type d'une maison.

François-Alexandre Tailleux, né le 12 mars 1797 au Metz, commune d'Avrechy (Oise), était ouvrier maréchal ferrant lors de son enrôlement volontaire le 28 octobre 1818 au 4^e régiment de hussards du Nord; après avoir fait la cam-

pagne de 1823 en Espagne, il quitte le service en octobre 1826, se marie et vient s'établir à Sailleville, commune de Laigneville où il ouvre une forge; cet habile praticien entreprend le ferrage des chevaux de la Poste et possède, en outre, deux ateliers de campagne, l'un à Mogneville, l'autre à Laigneville, où, avec ses ouvriers, il vient à certains jours déterminés pour effectuer le ferrage des chevaux et les réparations au matériel des cultivateurs.

Par acte du 5 février 1850, Tailleur achète à Charles-Auguste-François Coutellier « un fonds de maréchalerie » sis à Liancourt (Oise) et le donne en dot à sa fille, Sophie Tailleur; cette dernière, le 13 février 1850, épouse Charles Delahaye, garçon maréchal ferrant, demeurant alors à la Warde-Mauger, canton d'Ailly-sur-Noye, arrondissement de Montdidier (Somme), fils de Eugène Telfort Aufer Delahaye, maréchal ferrant et cultivateur.

Dès fin février 1850, Charles Delahaye-Tailleur travaille pour son propre compte dans les bâtiments de l'ancienne forge Coutellier, qui sont en location; la réputation du praticien lui procure bientôt une augmentation de travail et le local occupé devenant trop exigü, il achète, le 27 novembre 1850, dans la rue du Hamel, deux bâtiments, une cour et un jardin dont l'ensemble a une superficie de 6 ares 2 centiares (1) qu'on augmentera bientôt par la location d'un autre atelier voisin.

De 1851 à 1852, on continue à ferrer les chevaux et à réparer les instruments aratoires des cultivateurs des communes voisines; M^{me} Delahaye aidait alors son mari au travail de la forge; c'était à la fois son contremaître, son comptable, son premier ouvrier, tout en s'occupant de l'administration de la maison qui lui doit ainsi une très grosse partie de ses succès.

Charles Delahaye-Tailleur entreprend également la taillanderie et, peu de temps après son installation à Liancourt, est surchargé de besogne par la fabrication des emporte-pièces destinés à découper les cuirs pour la cordonnerie; à cette époque, Philippe-Latour venait d'établir dans le pays de Liancourt une industrie des plus importantes; les cultivateurs apprirent le métier de cordonnier et travaillaient chez eux, à façon, entre les temps réclamés par les travaux agricoles; Philippe-Latour avait ainsi de 1 000 à 2 000 cordonniers ruraux, fabriquant des souliers de service comme des chaussures de luxe qu'ils rapportaient à Liancourt en venant au marché, et rentraient chez eux avec de nouvelles fournitures; ajoutons de suite que Philippe-Latour, qui eut le génie de cette organisation, ouvrit un grand et beau magasin de vente à Paris; nous nous souvenons très bien de la réputation qu'avait ce magasin dans notre enfance, et nous ne pensions pas alors que bien plus tard nous aurions l'occa-

(1) A la place de ces bâtiments, aujourd'hui démolis, se trouve un immeuble loué à l'Administration des postes (bureau de poste de Liancourt).

sion d'étudier souvent le pays où se fabriquaient les chaussures achetées par notre famille: Philippe-Latour réalisa de beaux bénéfices et fit construire le château de Liancourt. Actuellement, bien que d'importantes cordonneries mécaniques soient installées à Liancourt comme à Rantigny, il y a encore de nombreux ouvriers, mais non plus cultivateurs, qui travaillent chez eux à façon; on estime à 3000 le nombre de personnes (hommes et femmes) employées à Liancourt pour la fabrication des chaussures.

Tous les emporte-pièces de Philippe-Latour étant établis et réparés par Delahaye-Tailleur, on voit de suite la quantité considérable d'ouvrage que devait effectuer la petite forge; sa réputation s'étendait aux communes des envi-

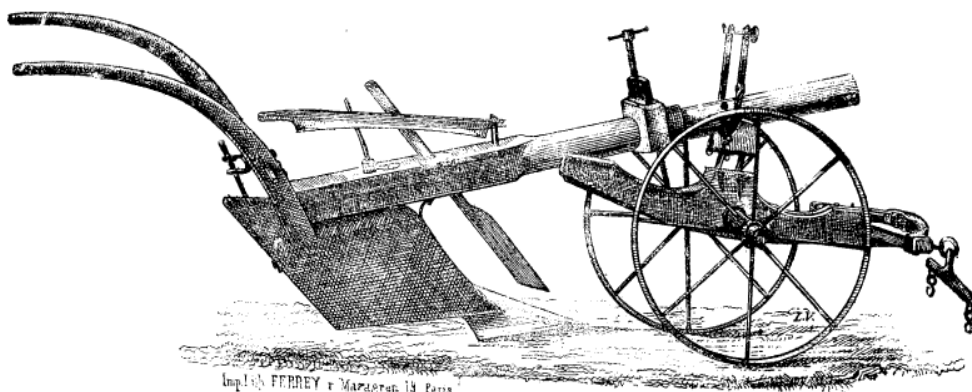


Fig. 12. — Ancienne charrue Wasse, construite par Delahaye-Tailleur, vers 1860.

rons dont les cultivateurs-cordonniers, en venant à Liancourt, apportaient leur matériel à réparer; Delahaye-Tailleur s'agrandit par une location pour entreprendre la construction de la charrue Wasse (fig. 12), et des semoirs en lignes, à soies articulés, désignés sous le nom de semoirs Choumara. A cette époque il y avait à l'atelier jusqu'à 25 et 30 ouvriers logés et nourris.

Vers 1858 ou 1860, Delahaye-Tailleur applique le balancier à vis, employé pour découper les cuirs, à la fabrication des versoirs en tôle de fer et construit des charrues à avant-corps en fonte.

On est trop à l'étroit dans l'atelier de 6 ares; il est temps de s'installer chez soi dans des terrains situés au bas de la ville, appartenant au duc de La Rochefoucauld-Liancourt, le fils du fondateur des Écoles d'Arts et Métiers; l'ancienne École comprenait deux parties: dans la vallée, ce qu'on appelait les *Anciennes Forges*, où l'on voit encore de très vieux bâtiments (fig. 13), puis, sur le plateau qui domine la ville, un ensemble de constructions, dit *la Faïencerie*, servant aujourd'hui de ferme, où l'on a élevé une plaque et un monument commémo-

ratif le 16 juillet 1882 lors des fêtes du centenaire de la fondation des Écoles d'Arts et Métiers.

Le 5 décembre 1862, Delahaye-Tailleur achète au duc de la Rochefoucauld-Liancourt les « Anciennes Forges et dépendances » (fig. 14) dont la superficie est de 20 ares 38 centiares; à partir de ce moment il abandonne la maréchalerie pour se consacrer uniquement à la fabrication des machines agricoles et en particulier des charrues; dans le contrat de vente ce n'est plus le forgeron qui

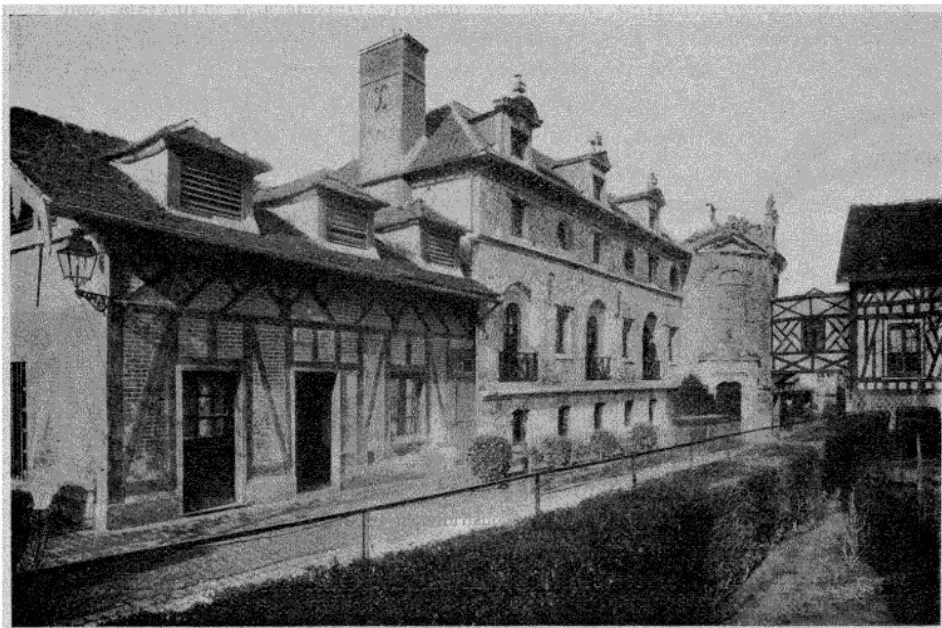


Fig. 13. — Vue actuelle des Anciennes Forges de Liancourt.

est spécifié, mais Delahaye-Tailleur, *mécanicien*, qui ne ferre même plus son propre cheval!

En 1862, les quelques machines-outils du mécanicien sont mis en mouvement par un manège à un cheval qu'on remplace en 1867 par une machine à vapeur d'Albaret; on croit se rappeler qu'à l'Exposition Universelle de Paris, en 1867, Delahaye-Tailleur présenta son premier versoir en acier. En 1868, 30 à 35 ouvriers travaillaient à l'usine.

M. Antoine Bajac, à sa sortie de l'École des Arts et Métiers d'Angers, vint du 27 septembre 1867 à décembre 1868 chez M. Albaret où il travailla à la forge, puis au dessin; après la guerre, en septembre 1871, il entre comme ingénieur

chez M. Delahaye-Tailleur et épouse le 2 juillet 1872 M^{lle} Clémence Delahaye-Tailleur; c'est à partir de 1874 que les catalogues de l'usine de Liancourt, qui compte alors de 40 à 50 ouvriers, portent les noms de C. Delahaye-Tailleur et A. Bajac.

Des agrandissements sont apportés à la fabrique, on change de moteur en 1878 (machine de 23 chevaux) et on remporte une médaille d'or à l'Exposition Universelle de Paris en 1878; cela donne lieu le 10 novembre 1878 à une fête de famille réunissant les ouvriers, employés et représentants, et dans laquelle

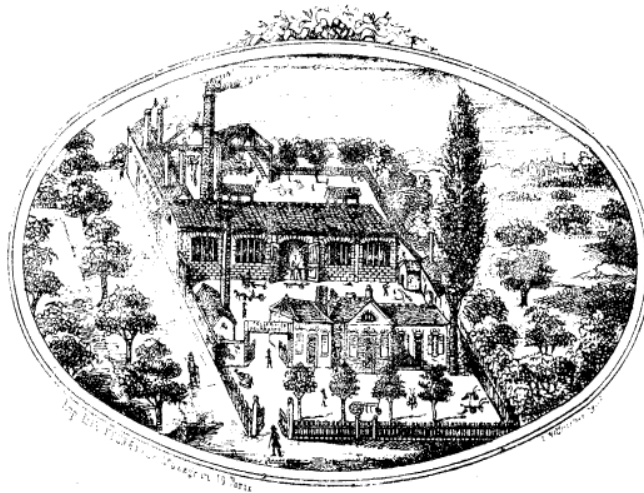


Fig. 14. — Les ateliers Delahaye-Tailleur, vers 1867.

M. Delahaye-Tailleur annonce qu'il cède la conduite des affaires de la maison à M. Bajac-Delahaye. M. Gosset, qui était chef d'atelier depuis 1887, devient Directeur en 1889, fonction qu'il continue à remplir.

Le premier marteau-pilon à vapeur fut monté en 1872; il y en avait 2 en 1889; à cette date l'usine s'étend sur une superficie de 43 ares 63 et occupe 70 ouvriers. A l'Exposition Universelle de Paris en 1889, la maison Bajac remporte le seul objet d'art accordé dans la section française de la classe 49 (machines agricoles).

En 1893 un bureau est ouvert à Paris, 38, rue du Louvre.

En 1894-1895 on étudie particulièrement les arracheurs de betteraves (concours international de Cambrai, 1895).

En 1898 M. Bajac raccorde son usine à la gare de Liancourt, par une voie normale de 1300 mètres de longueur, qui franchit la petite rivière de la Brèche par un pont en ciment armé de 7^m,50 de portée.

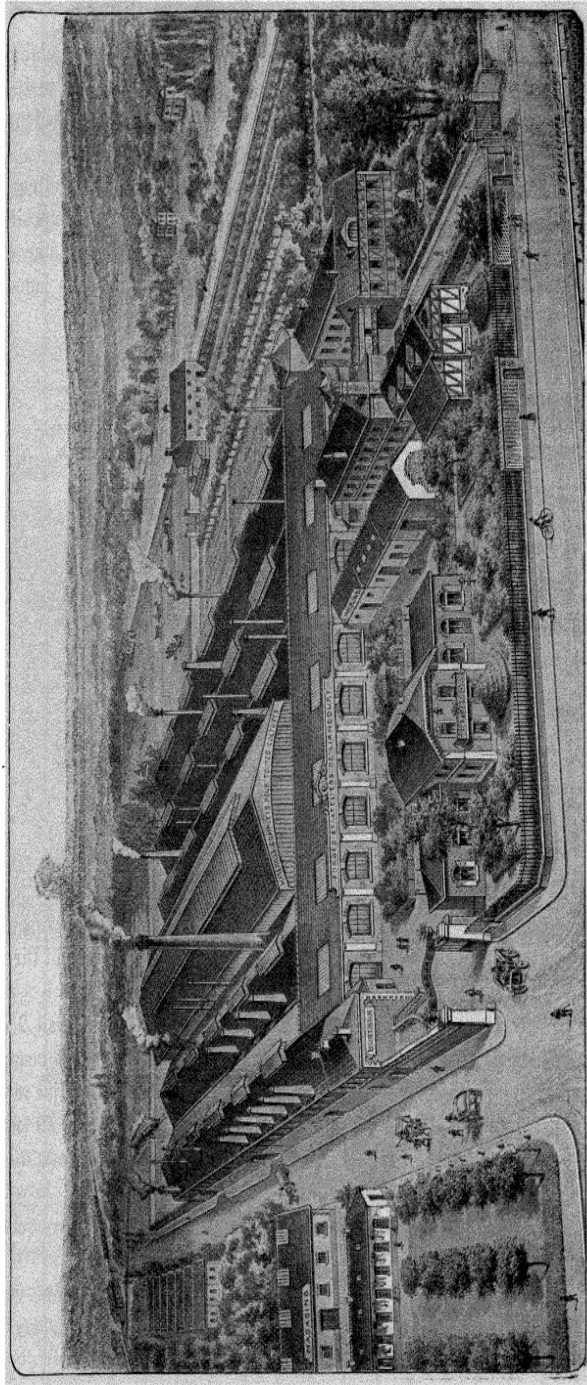


Fig. 13. — Les ateliers Bajac en 1900.

En 1900 (fig. 15), 4 marteaux pilons à vapeur sont en service aux ateliers

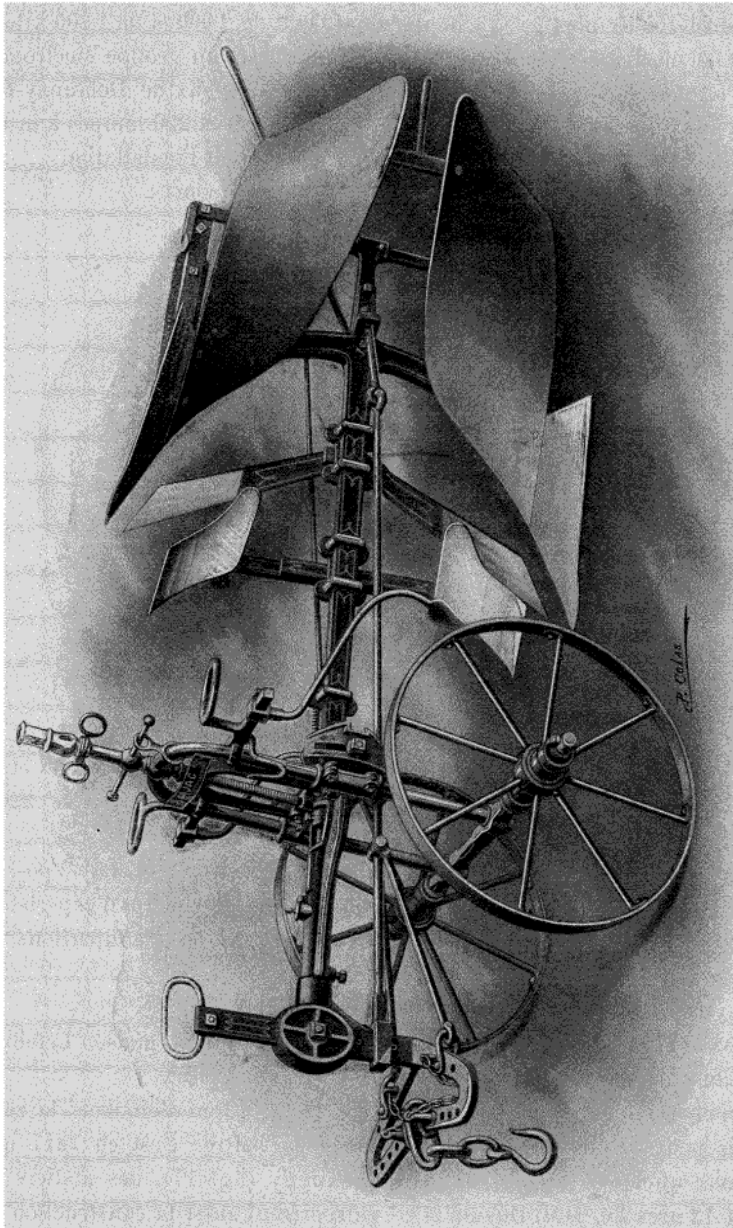


Fig. 46. — Charrue brabant-double Bajac, de 1903.

qui occupent alors 173 ouvriers; on installe une machine à vapeur de 45 che-

vaux de Lefebvre-Albaret, Laussedat et C^{ie}. On construit en 1901 de nouvelles forges avec chaudières de 150 chevaux pour alimenter les 7 marteaux-pilons à vapeur, dont les deux plus gros, à double effet, sont de 1 000 et de 1 200 kilogr.

L'éclairage électrique, établi en 1902, est assuré par un groupe électrogène composé d'une machine à vapeur, type pilon, de 50 chevaux de Delaunay-Belleville et d'une dynamo à 4 pôles de Postel-Vinay; 6 arcs et 220 lampes à incandescence ainsi qu'une batterie d'accumulateurs complètent l'installation.

Pendant l'année 1904, il est entré aux ateliers de Liancourt :

852 tonnes d'acier,
61 — de fer,
105 — de fonte et de bronze,
1 018 tonnes de métaux.

plus 1 300 tonnes de houille.

Les sorties en 1904 se décomposent de la façon suivante :

Charrues brabant-doubles (fig. 16).	2 531
— brabant simples.	244
Charrues multiples, herses.	882
Rouleaux, houes, arracheurs.	250
Coupes-racines; divers.	427
Moulins, concasseurs.	177
Machines réparées.	365
Matériel divers.	80
Total.	4 956

plus les pièces de rechange dont nous n'avons pas le relevé.

En 1905 les ateliers s'étendent sur une superficie de 96 ares 38 et les cours et jardins sur 82 ares 05; ils occupent, suivant la saison, de 220 à 230 ouvriers.

Enfin, disons pour terminer qu'aux alentours de son usine, M. Bajac possède 25 hectares défrichés et mis en culture, servant surtout de champs d'expériences pour ses diverses machines; les services de la culture et les manutentions des wagons sont assurés par 6 bœufs nivernais.

Nous avons les données suivantes relatives à l'histoire de la maison Lefebvre-Albaret, Laussedat et C^{ie}, de Rantigny (Oise) :

Duvoir, charpentier à Liancourt, avait acquis une réputation dans la réparation puis pour la construction des machines à battre; c'est en 1847 qu'il s'associa avec quelques amis et ouvrit, à Rantigny (fig. 17), des ateliers qui occupaient 12 ares 50. MM. Duvoir et C^{ie} entreprirent aussi la construction des machines à vapeur et un modèle à 2 cylindres à double effet figura à l'Exposition Universelle de Paris en 1855; M. Albaret, ancien élève des Écoles d'Arts et

Métiers, succéda à M. Duvoir en 1861; on occupait alors 150 ouvriers et on agrandit l'usine (38 ares 50 en 1860 et 68 ares 50 en 1878); à la mort de M. Albaret (janvier 1891) la maison passa à son gendre, M. Lefebvre-Albaret auquel s'associa M. Laussedat, ingénieur des Arts et Manufactures; on étendit les ateliers qui couvrent aujourd'hui une surface de 99 ares 50; les cours occupent 50 ares; le personnel a passé successivement de 150 en 1861, à 200 en 1867, 300 en 1878, 190 en 1889, 260 en 1893, 300 en 1899.

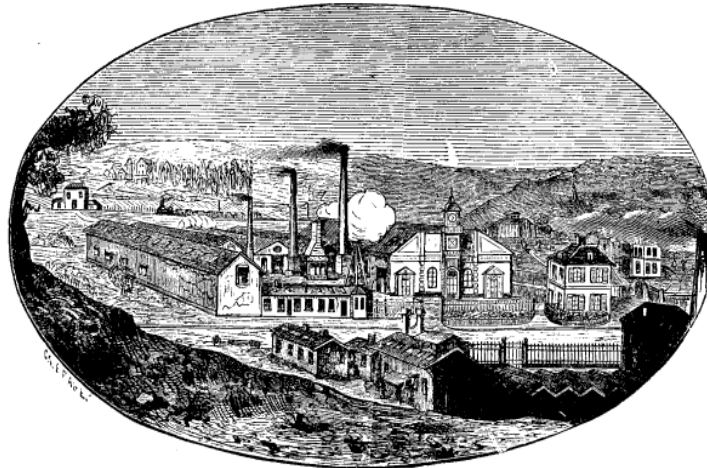


Fig. 17. — Les ateliers Duvoir et C^{ie}, vers 1850.

En 1863 M. Brouhot père fondait à Vierzon (Cher) un atelier de construction de machines à vapeur et de batteuses; de 30 ouvriers en 1865, l'effectif des ateliers s'éleva à 100 en 1875 et à 170 en 1885. A partir de 1890, M. Georges Brouhot s'associa à son père, puis devint chef de la maison Brouhot et C^{ie} (Brouhot et Goffart); en 1902 il y avait 300 ouvriers; en 1905, 450 ouvriers travaillaient aux ateliers pourvus d'un outillage perfectionné, comprenant la fonderie, la chaudronnerie, l'ajustage, le charonnage, la menuiserie, etc.; la fabrication est surtout spécialisée pour les machines à vapeur (de 1 à 100 chevaux), les batteuses, les pompes, les installations d'usines, les moteurs à gaz, à schiste et à essence minérale, enfin les voitures automobiles qui, primitivement considérées comme le régulateur de la fabrication des machines agricoles, sont aujourd'hui, à la suite de nombreux succès, l'objet d'une très importante construction qui a nécessité l'établissement d'ateliers distincts.

Enfin comme dernier exemple nous citerons les notes ci-dessous relatives à la maison Marmonier, de Lyon.

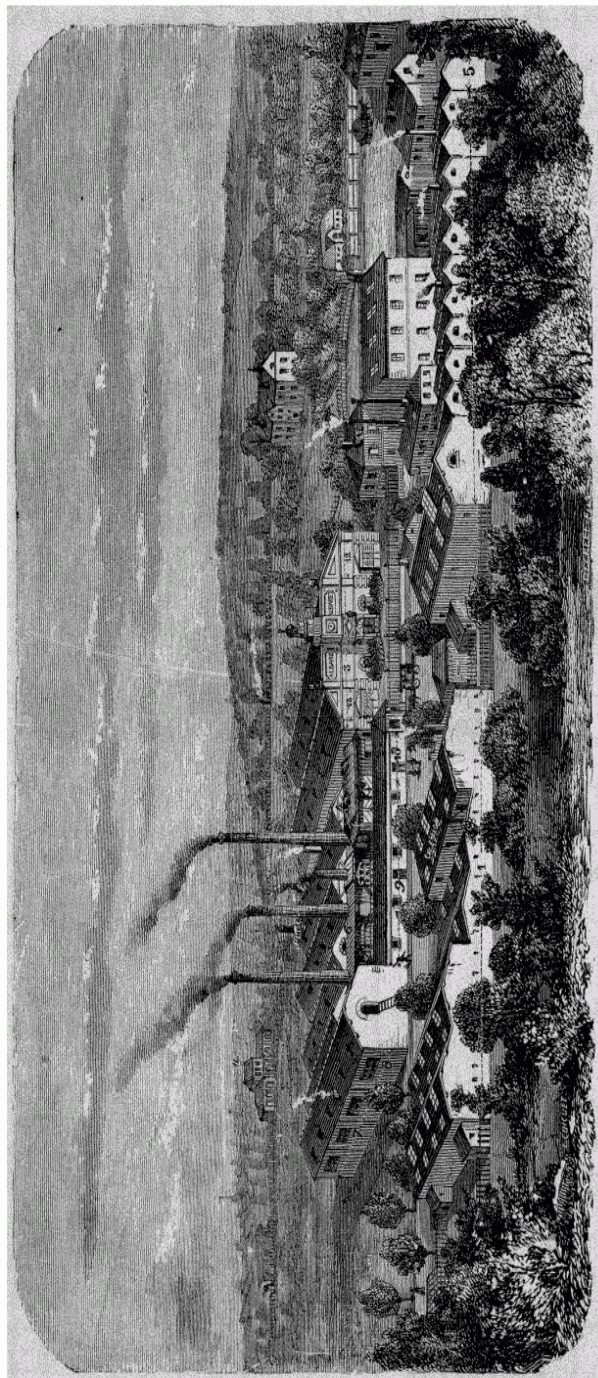


Fig. 18. — Les ateliers Albaret et C^{ie}, en 1890.

Le fondateur de la maison, le père du propriétaire actuel, était serrurier à Bourgoin (Isère) et n'occupait, en 1835, qu'un seul ouvrier ; il se spécialisa dans les réparations du matériel viticole, puis, en 1855, vint à Lyon où il entreprit la construction des pressoirs, se limitant à la fabrication des vis et des appareils de serrage.

Un an après, en 1856, lors des inondations tristement célèbres, qui firent tant de victimes à Lyon, l'immeuble occupé par l'atelier, établi dans l'un des quartiers les plus éprouvés, fut presque totalement détruit ; une grande toile commandée par Napoléon III pour perpétuer le souvenir du sinistre, et que l'on peut voir au Musée Saint-Pierre, à Lyon, représente, parmi les maisons dévastées, le pan d'un mur (seul reste de l'immeuble de M. Marmonier) où figurent encore un écrou de pressoir, le mot « Filetage » et les premières lettres MARM... de l'enseigne écourtée par la chute d'une partie de la construction.

C'est à partir de 1856 que M. Marmonier fils, chef actuel de la maison, âgé alors de 17 ans, prit en mains la direction du modeste atelier, son père ayant dû s'aliter à la suite de cette catastrophe et d'un accident dont il fut victime. Vers 1862, il ne construisait alors que 6 machines dans l'année ; la superficie de son atelier était de 170 mètres carrés environ. En 1873, M. Marmonier fils avait un atelier d'une superficie de 5 ares environ, il occupait une dizaine d'ouvriers et fabriquait pour la clientèle régionale environ 300 pressoirs par an, dont la majeure partie était montée avec vis de 0^m,09 de diamètre (pressoirs de 500 francs pièce). L'année suivante, M. Marmonier fit breveter son premier système de pressoir à levier à bielle unique, connu sous le nom de « pressoir américain ».

C'est en 1883 que les ateliers furent installés dans un faubourg de Lyon, rue Corne-de-Cerf (où ils se trouvent actuellement) avec une surface de 3 400 mètres carrés : 20 à 25 ouvriers construisaient par an, particulièrement pour la clientèle du Midi de la France, dans les 400 à 500 pressoirs américains (de 800 francs pièce) montés surtout avec des vis de 0^m,10 de diamètre.

En 1893, début de la fabrication de l'appareil dit « à rotule », les chantiers couvraient 80 ares, occupaient 70 ouvriers et produisaient par an 1 000 pressoirs (principalement le modèle n° 11, de 1000 francs), non compris diverses machines (fouloirs, égrappoirs et matériel d'huilerie).

En 1900, M. Marmonier fils construisit son système de pressoir à grande surface, à levier dynamométrique mû mécaniquement, appelé « l'auto-déclic », qui figura à l'Exposition Universelle de 1900. La surface des ateliers était alors de 140 ares et avec 100 à 120 ouvriers, la fabrication annuelle était d'environ 2 000 pressoirs et un millier de fouloirs, fouloirs-égrappoirs ou broyeurs de pommes.

Actuellement M. Marmonier a pour collaborateurs ses quatre fils et voici nos derniers chiffres relatifs à 1903 : surface des usines, 2 hectares et demi; 150 à 180 ouvriers; fabrication annuelle, environ 4 000 pressoirs et 2 000 fouloirs, égrappoirs et égouttoirs, ainsi que du matériel d'huilerie et des presses industrielles.

Chez nous, les ateliers sont, en grande partie, établis dans de bonnes conditions; les questions diverses de choix et de mode d'emploi des matériaux, d'établissement des différents types, etc., préoccupent à juste titre nos mécaniciens, et on peut en suivre facilement le développement par la *spécialisation* de la fabrication, spécialisation qui accuse nécessairement une vente plus élevée et par suite une plus rapide propagation d'un matériel qui, comme conséquence, est mieux construit et livré à meilleur marché; ajoutons qu'un constructeur qui ne fabrique qu'un petit nombre de genres de machines, apporte forcément à ces dernières des améliorations successives, dont profite l'acheteur, ce qu'il ne saurait ou ne pourrait faire s'il entreprenait la fabrication de nombreux types disparates, construits chacun à un petit nombre d'exemplaires relativement défectueux qu'il trouve toujours à écouler dans son voisinage immédiat.

C'est par la spécialisation que les grands ateliers se sont fondés à l'étranger et ont pu conserver, grâce à la puissance qui en résultait, une sorte de monopole pour l'exportation de leurs produits: si cette modification s'est effectuée depuis longtemps dans ces pays, c'est que ceux-là étaient, avant le nôtre, dans les conditions économiques voulues (salaires de la main-d'œuvre rurale; emploi de certains procédés ou de certains produits, etc.). Mais il est incontestable que la vente des machines de fabrication étrangère (qui stimule nos constructeurs et contribue à les obliger d'améliorer sans cesse leur fabrication) ne peut que diminuer en France, où la nécessité de la division du travail agit si profondément sur les divers procédés de production.

La construction française n'est donc appelée qu'à prospérer. Quand on voit la vulgarisation si rapide de l'emploi des engrais chimiques, qui ont pour résultat d'augmenter les récoltes, on peut prévoir l'avenir des machines, qui permettent de diminuer le prix de revient des travaux. Actuellement on peut affirmer que bon nombre de nos ateliers de construction sont outillés pour livrer à l'agriculture nationale les machines et les instruments qui lui sont indispensables, ainsi qu'on peut s'en convaincre en parcourant les expositions annexées à nos concours agricoles.

Comme la construction française se trouve toujours en concurrence avec certaines machines à grand travail manufacturées à l'étranger (1), il est intéressant d'étudier rapidement les modes de fabrication usités en Amérique, en Angleterre et en Allemagne, afin d'en tirer des conclusions qui peuvent être utiles à notre industrie nationale.

Examinons brièvement la production générale des États-Unis de 1880 à 1890, en analysant les documents fournis par le *Farm Implements News*, de Chicago.

De 1880 à 1890, la population des États-Unis a augmenté de 25 p. 100; pendant la même période, les fonderies ont fourni 100 p. 100 de plus (en gueuses), la vente de la houille n'a augmenté que de 53 p. 100; il y a eu une augmentation de production de 38 p. 100 dans les manufactures de coton brut; le capital employé dans les manufactures américaines a augmenté de 139 p. 100! de 2 790 000 000 de dollars en 1880, ce capital a passé à 6 524 000 000 de dollars en 1890 (2).

Alors que la population n'augmenta que de 25 p. 100, l'accroissement général des produits américains fut porté à 74 p. 100! chiffre trois fois plus élevé, qui montre qu'il y avait là un trop-plein devant être déversé sur les marchés étrangers.

(1) Nous pouvons dresser le tableau des principales machines vendues en France, suivant leur provenance, en général :

<i>Fabrication française.</i>	<i>Fabrication étrangère.</i>
Charrues; scarificateurs.	Semoirs.
Herses.	Faucheuses.
Rouleaux.	Faneuses.
Distributeurs d'engrais.	Râteaux à cheval.
Houes.	Moissonneuses.
Arracheurs de racines.	Moissonneuses-lieuses.
Manèges.	Concasseurs.
Moteurs à vapeur.	Broyeurs.
Moteurs à pétrole.	Hache-paille.
Batteuses.	Brise-fourteaux, etc.
Tarares.	
Tricurs.	
Coupe-racines, etc.	

(2) Voici de 1870 à 1880 les progrès du capital dans les industries manufacturières des États-Unis :

	1870	1880
Capital.	2 118 000 000 dollars.	2 790 000 000 dollars.
Matériaux.	2 483 000 000 —	3 396 000 000 —
Produits.	4 232 090 000 —	5 369 005 000 —
Ouvriers. { Nombre	2 053 996 ouvriers.	2 722 595 ouvriers.
{ Salaires	775 000 000 dollars.	947 000 000 dollars.

Le commerce indigène ne pouvait donc plus absorber la production, et une réunion des industriels, tenue à Cincinnati en 1893, émettait le vœu que les exportateurs américains se réunissent en un corps pour constituer des établissements d'agences dans l'Amérique du Sud; de plus, la réunion demandait au Congrès de subventionner les lignes de navigation faisant le service entre les États-Unis et les différents ports de l'Amérique du Sud.

Rappelons que depuis longtemps les machines américaines ont toujours préoccupé l'esprit public en Europe; à partir de l'Exposition de Londres, en 1851, où figuraient les moissonneuses de Hussey et de Mac-Cormick, les Américains ont toujours envoyé à chaque exposition internationale quelques modèles qui excitaient l'attention.

Voyons quelles sont les conditions de la construction des machines agricoles dans les États de l'Union.

Nous trouvons dans ce pays (1), où l'on est très partisan de la division du travail : l'inventeur, le constructeur et les agents.

Il existe aux États-Unis des personnes qui ne s'occupent que d'inventions; en général, l'inventeur est indépendant et travaille avec d'autant plus d'ardeur qu'il sait d'avance que son invention, s'il obtient la patente, lui sera largement payée, et il trouve, bien plus facilement que chez nous, des capitaux pour l'aider dans ses recherches.

L'inventeur n'exploite pas son invention; il la vend. Le constructeur, dans le désir de surpasser le chiffre d'affaires de son concurrent, est toujours à l'affût de l'achat d'une patente, et pour certaines inventions il se produit des surenchères extraordinaires. Il arrive souvent que le constructeur achète une invention, non pour retirer un profit direct de son exploitation, mais pour empêcher un confrère de s'en emparer; c'est un moyen employé pour forcer les concurrents à maintenir leur fabrication dans un état relatif d'infériorité.

Ces usages expliquent la rapidité avec laquelle on a perfectionné les machines aux États-Unis; les inventeurs, assurés d'une juste rémunération, ont

(1) A son origine le peuple américain a été constitué par des hommes de différentes nationalités; mais, par une sélection naturelle, ces hommes étaient des plus entreprenants et des plus actifs; c'étaient, en définitive, des *risque-tout*, pour la bonne raison qu'ils n'avaient rien à perdre; il fallait être doué d'une grande énergie pour affronter la longue traversée de l'Océan, qui ne s'effectuait pas sans danger à cette époque; débarquant parmi des populations indigènes hostiles à la race blanche, dépourvus de ces nombreux accessoires nécessaires et indispensables à la vie des Européens, les premiers Américains ont été conduits par la marche naturelle des choses à une gymnastique fonctionnelle de leur intelligence, afin de pouvoir s'adapter facilement et rapidement aux différents milieux, et utiliser pour leurs besoins les richesses naturelles si diverses et si variées que présentait le territoire. Nul doute que c'est dans ces origines qu'il faut chercher les causes du caractère particulier des Américains, auxquels on attribue un esprit très inventif et surtout très entreprenant.

résolu des problèmes de cinématique, souvent très complexes, avec une virtuosité remarquable, tout en ayant recours à des procédés empiriques.

Le constructeur ne s'occupe que de sa fabrication et il y consacre tous ses instants, l'écoulement des produits ayant lieu par des agents commerciaux; c'est avec ceux-ci seuls que le constructeur a des relations relativement simplifiées.

L'exécution et le montage ne donnent lieu à aucune critique; les Américains ne sont pas encore, comme nous, préoccupés de remplacer le bois par le fer (habitude que nous tenons de l'Angleterre, même pour les pièces où souvent le bois serait d'un emploi plus économique que le fer). Il est bon d'ajouter que le constructeur américain a à sa disposition des bois d'excellente qualité et à bon marché; le chêne, peu employé, cède la place au frêne et surtout au *hickory* ou noyer blanc.

La fonte américaine est très belle et généralement d'excellente qualité et la fonte malléable, ou aciérée à sa surface, trouve dans la construction de nombreuses applications.

Les machines américaines sont en quelque sorte brutes de fonte; elles ne sont pas ajustées dans le sens propre du terme. Aussi, d'une façon générale, les machines de construction américaine ont toujours l'aspect d'un assemblage de pièces ébauchées, qui ne sont finies que dans les parties les plus indispensables sans lesquelles les organes ne pourraient fonctionner; nous pouvons ajouter que les montages sont combinés pour recevoir très facilement, sans retouche, les pièces de rechange.

La caractéristique des machines, comme des constructions métalliques (ponts, fermes, etc.), est la bizarrerie des formes et la légèreté apparente des pièces. Cela tient à ce que les constructeurs américains cherchent surtout à ne faire travailler les pièces qu'à l'extension ou à la compression, c'est-à-dire avec des efforts toujours parallèles aux fibres et uniformément répartis dans toute l'étendue de la section transversale; dans le cas de la flexion, les déformations des fibres, proportionnelles aux efforts, sont d'autant plus intenses qu'on considère des points plus éloignés de la fibre neutre; en tous cas, le calcul des pièces soumises à la flexion est plus délicat et exige des notions plus étendues en mécanique que celui des pièces qui doivent résister simplement à l'extension ou à la compression. Ce procédé systématique de la construction américaine conduit à adopter des formes qui nous paraissent bizarres.

Le système est à recommander chez nous; la plastique de la machine y perd certainement, mais on y gagne en solidité et en légèreté, ce qui permet de réduire les poids et les prix; d'ailleurs nous ne pensons pas qu'une machine agricole doive être traitée en objet d'art, nous ne demandons pas qu'elle soit belle, mais qu'elle soit bonne et réponde au but indiqué.

La légèreté des machines agricoles américaines est due encore à ce que les constructeurs adoptent pour beaucoup de pièces $\frac{1}{5}$ comme coefficient de sécurité, alors que nous conservons le chiffre $\frac{1}{10}$ indiqué il y a une quarantaine d'années, lorsque la grande industrie métallurgique n'était pas si perfectionnée qu'actuellement; il y a lieu d'appeler sur ce point l'attention de nos constructeurs, en se basant sur des recherches récentes entreprises sur la résistance des matériaux actuellement fournis par nos fonderies, forges et aciéries.

Au point de vue commercial, la réclame, comme partout, joue un très grand rôle. Chez nous, on affectionne les réclames murales qui sont peu répandues en Amérique; cela tient sans doute au très mauvais état des chemins; quand on sort on est occupé à regarder où l'on doit poser le pied. Au contraire, on lit beaucoup dans toutes les classes de la société, et les statistiques du *Department of Labour* de Washington constatent, avec orgueil, que les ouvriers américains dépensent plus en livres et en journaux que leurs confrères d'Europe, et, ajoutent-elles, ils dépensent moins qu'eux en boissons alcooliques. La conclusion des enquêtes américaines serait donc que ceux qui lisent le plus sont ceux qui boivent le moins.

Les annonces, dans les journaux politiques où spéciaux, sont souvent conçues d'une façon très originale; il y a des *inventeurs d'annonces* qui s'occupent de chercher des procédés particuliers de réclame que les industriels achètent facilement.

Les prospectus laissent à désirer sous le rapport technique, mais sont tirés avec un grand luxe de dessins et de chromolithographies; ils ont souvent le format d'un carnet de poche, et entre les pages du prospectus, il y a des pages blanches intercalées: c'est le cahier de notes. D'autres fois, sur le recto des pages il y a le prospectus proprement dit, le verso étant occupé par des recettes agricoles, des tarifs de poste, des renseignements généraux, des anecdotes, et le public tient à ces petits livrets que les constructeurs publient tous les mois ou tous les trois mois; c'est ce que l'Américain appelle un *souvenir*. Il y a également d'autres formes de souvenir: porte-monnaies, glaces, médailles, etc. L'Américain sait très bien que ce n'est pas de l'argent perdu, mais que les réclames-souvenirs seront longtemps conservées dans les familles.

L'esprit commercial des Américains engage facilement le constructeur à créer des types spéciaux ou à modifier les différentes parties d'une machine pour répondre aux conditions de fonctionnement qui varient suivant les États de l'Union; ils cherchent, en un mot, à conserver leur clientèle et à l'étendre en établissant des machines qui répondent aux exigences des cultures; c'est ce que nous pourrions appeler l'adaptation des différents types de machines. C'est ainsi que plusieurs constructeurs se sont assuré une grande partie du marché européen.

Au début on introduisait chez nous des machines peu solides, fonctionnant mal entre les mains de nos ouvriers, d'ailleurs peu habitués à ce nouveau travail ; on nous envoyait alors des machines qui étaient de vente courante aux États-Unis où les conditions de fonctionnement sont toutes différentes. Les constructeurs américains se sont alors mis à fabriquer ce que nous leur demandions : des machines plus lourdes que les leurs, ayant une durée plus grande et permettant l'emploi de pièces de rechange ; peu à peu ils appliquèrent ces idées à la construction des machines destinées à leur marché national et aujourd'hui presque tous les ateliers ne font plus de différence entre le matériel destiné à l'Europe et celui qui doit s'écouler dans les deux Amériques.

Nous avons vu que l'inventeur est en général indépendant du constructeur ; les employés ou ouvriers d'une usine qui font une invention patentée, ou qui trouvent une amélioration dans la fabrication, sont payés à part pour leur propriété intellectuelle. D'un autre côté le manufacturier n'est en relation qu'avec ses agents. Cette division du travail peut expliquer la rapidité avec laquelle les différentes machines se sont perfectionnées en Amérique, et comment un matériel rudimentaire il y a quarante ans, est devenu aujourd'hui d'une application courante par suite des modifications successives apportées dans sa construction.

Pourtant il ne faut pas oublier que le salaire des ouvriers est très élevé. Le *Department of Labour*, qui a pour mission d'aider le pouvoir législatif dans la préparation des lois ouvrières, commerciales ou industrielles, nous en donne un aperçu. L'ouvrier gagne plus qu'en Europe (1), mais comme il dépense plus, son bien-être ne s'est pas accru ; on ne peut donc pas dire que les ouvriers qui gagnent le plus sont ceux qui vivent le mieux ; il faut tenir compte des conditions du milieu. Avec leurs meilleurs salaires, les ouvriers mécaniciens de Paris ne pourraient pas vivre aux États-Unis. D'après les documents officiels de Washington, les *skilled-labours* tels que les lamineurs, les chauffeurs, etc., gagnent deux fois plus qu'en Angleterre et près de trois fois plus qu'en France ; dans la métallurgie et la construction mécanique, les salaires sont deux fois plus élevés qu'en Angleterre, près de trois fois plus qu'en France et quatre fois plus qu'en Belgique.

Malgré les hauts salaires, dont je viens de donner un aperçu, l'ouvrier mécanicien est bien moins habile et exercé que chez nous ; l'ajusteur, tel que nous le comprenons, est pour ainsi dire inconnu en Amérique où le monteur en tient la place avec un certain nombre de machines ; chaque pièce, après sa fabrication (avec les tours, les fraiseuses, etc.), passe à la machine à rectifier, à

(1) L'élévation des salaires est le résultat du régime prohibitif qui se résume dans le fameux bill Mac Kinley.

ajuster, à finir (machine à *grainer*), de telle sorte que notre travail d'ajusteur n'a plus raison d'être et que la lime est presque inconnue dans bon nombre d'ateliers de construction.

Mais si ces salaires très élevés n'entraînent pas une augmentation correspondante des prix de revient de fabrication, cela tient à ce que les usines emploient beaucoup de machines-outils et que, en définitive, à la hausse des salaires, correspondent un accroissement du nombre des machines et une diminution de celui des travailleurs employés (1) qui ne font plus qu'un travail de mise au point et de surveillance des machines-outils.

De plusieurs documents que j'ai pu réunir en 1893, il résulte que dans les grandes maisons de construction (dont certaines occupent plusieurs centaines de travailleurs), 100 ouvriers peuvent fabriquer par an 3 500 à 4 000 machines d'une valeur moyenne de 400 à 500 francs (prix du gros) ou un plus grand nombre de machines d'une valeur moindre. En se basant sur ces chiffres, la vente annuelle de l'usine est de 14 000 à 20 000 francs par ouvrier employé; c'est-à-dire que la valeur de la production moyenne d'un ouvrier américain est de trois à quatre fois plus élevée que celle d'un ouvrier français.

La grande spécialisation des usines, l'importance de leur matériel machines-outils, le petit nombre, relatif, des ouvriers employés, la fabrication mécanique dans le sens propre du terme, les matières premières à bon marché (2), telles sont les données générales de la construction américaine qui expliquent les bas prix de fabrication.

Comme corollaires obligatoires de ce qui précède, nous trouvons : un petit nombre relatif de maisons de construction de machines agricoles (3), et une organisation spéciale pour l'écoulement des produits manufacturés.

Les frais d'études d'ingénieur et des dessinateurs sont des plus réduits aux États-Unis, comparativement à ceux de nos usines qui ont des travaux trop variés; très souvent le bureau de dessin n'existe pour ainsi dire pas et les pièces sont établies sur gabarits ou sur modèles sans fournir aux ouvriers, comme chez nous, des dessins ou des croquis d'exécution.

(1) D'ailleurs à l'époque de notre mission, il y avait une grande crise industrielle aux États-Unis; elle atteignit son maximum d'intensité au commencement de 1894.

(2) La houille vaut de 7 à 8 francs la tonne en gros et 12 à 13 francs au détail; dans beaucoup d'usines on emploie le gaz naturel qui, tout en ayant un grand pouvoir calorifique, vaut environ 0 fr. 08 le mètre cube; les moteurs hydrauliques sont également très répandus; c'est ce qui explique comment l'Amérique a pu conserver le monopole du marché européen pour les faucheuses, les moissonneuses et les lieuses.

(3) Les États-Unis ont une étendue quinze fois plus grande que la France, et l'Exposition de Chicago, où tous les constructeurs américains de machines agricoles étaient représentés, comptait à peine 300 exposants dans cette section, alors que le Concours de Paris compte en moyenne 400 exposants de même catégorie. Cette constatation nous amène à conclure qu'en général les ateliers américains sont chacun quinze fois plus importants que les nôtres.

Pour donner une idée, disons que vers 1875 les frais de fabrication d'une faucheuse et le bénéfice du constructeur s'élevaient à 180 francs par machine; à ce chiffre il fallait ajouter 40 à 60 francs pour les droits de patente et 25 à 30 p. 100 de frais généraux, de sorte qu'une faucheuse revenait, à cette époque, à :

	Minimum.	Maximum.
Fabrication.	180 francs.	180 francs.
Patente.	40 —	60 —
	220 —	240 —
Frais généraux comptés à 25 p. 100.	55 —	» —
— — — 30 p. 100.	» —	72 —
Totaux.	275 —	312 —

Soit en moyenne 294 francs par machine.

En 1893, les frais de fabrication, y compris le bénéfice du constructeur, ne sont plus que de 120 à 150 francs; les frais de patente de 15 à 20 francs par machine, et en admettant les mêmes frais généraux que ci-dessus, nous trouvons :

	Minimum.	Maximum.
Fabrication.	120 francs.	150 francs.
Patente.	15 —	20 —
	135 —	170 —
Frais généraux comptés à 25 p. 100.	34 —	» —
— — — 30 p. 100.	» —	51 —
Totaux.	169 —	221 —

Soit en moyenne 195 francs par machine, chiffre qui serait de beaucoup dépassé dans nos manufactures de France.

Comme autre exemple nous citerons une fabrique relativement peu importante de moulins à vent, à Chicago; la machine, comprenant une roue de 2^m,40 de diamètre, son mécanisme, le mât (*cable tower*) de 6 mètres de hauteur, avec ses accessoires, tout emballée, rendue franco à une distance de 1700 kilomètres (à quai de New-York) était vendue 200 francs (en 1893); cette machine devait donc revenir de fabrication (y compris le bénéfice du constructeur) à 150 francs environ, en comptant les frais généraux à 50 francs (1).

(1) Ajoutons que pour les transports par grandes quantités, la voie navigable est d'un grand secours dans les régions où il y a de nombreux ateliers de construction de machines agricoles, et elle contribue pour beaucoup à faciliter les exportations : de Chicago à New-York, le chemin de fer demande 3 francs des 100 kilos, tandis que le service par eau ne réclame que 1 fr. 20 ou 1 fr. 60; il est vrai que les hivers rigoureux arrêtent la navigation de décembre à fin avril, mais c'est l'époque du chômage dans l'expédition des machines agricoles, et d'ailleurs une habile prévoyance peut, jusqu'à un certain point, atténuer cette situation. — Les plus importantes maisons de construction de machines agricoles se trouvent dans les États d'Illinois, de Pennsylvania et de New-York, puis dans ceux de l'Ohio, de l'Indiana, et de New-Jersey.

A côté des fabriques de machines agricoles, on trouve des ateliers spéciaux ne manufacturant que des pièces détachées destinées à alimenter les premières (comme par exemple les doigts et les scies des faucheuses, les régulateurs et les pièces des charrues, etc.) ; ces fabriques spéciales livrent ainsi, à bas prix, des pièces d'excellente qualité aux autres usines ; à ce sujet, nous avons vu à l'exposition de Chicago une grande manufacture de pièces en fonte malléable qui fournissait à raison de 0 fr. 50 le kilogramme des régulateurs de charrue, et à 0 fr. 55 le kilogramme des petites pièces de carrosserie très bien exécutées et ne pesant pas plus de 1 kilogramme à 1^{kil},500 ; ces chiffres étaient d'ailleurs susceptibles de grandes réductions suivant l'importance des commandes. Chez nous, dans les mêmes conditions de poids des pièces et de qualité d'exécution, nos fondeurs demanderaient au moins de 0 fr. 80 à 1 fr. 20 le kilogramme.

Selon le *Census*, la valeur des instruments et des machines agricoles que les États-Unis fabriquent par an a suivi la marche ci-dessous :

1850.	36 millions de francs.
1860.	92 —
1870.	125 —
1880.	347 —
1890.	417 —

Certaines manufactures, surtout localisées entre New-York et Chicago, sont de véritables petites villes, aussi bien par l'étendue couverte que par le nombre de travailleurs qu'on y emploie. Il nous faut pourtant mettre l'esprit du public en garde contre les exagérations qui ont facilement cours chez nous en ce qui concerne ces ateliers américains qui, soi-disant, fabriquent et livrent leurs machines à la minute ! Sans pouvoir nous prononcer sur leur chiffre d'affaires, qu'il est impossible de vérifier, nous pouvons dire que ces ateliers ont une réputation surfaite et qu'il est facile, dans des statistiques intéressées, d'additionner une pièce de rechange avec une machine entière, pour obtenir deux numéros vendus.

Le matériel agricole ne reçoit aucun soin en Amérique ; on n'entretient pas et on ne répare pas les machines, on se contente de les abandonner dans un coin, souvent en plein champ, sous la pluie et la neige ; après quelques campagnes, on en achète des neuves, d'autant plus facilement qu'elles sont à bas prix ; néanmoins c'est une mauvaise raison économique qui cadre bien avec l'idée, que nous avons rapportée de notre mission, que le peuple n'a pas l'esprit d'économie.

Un des rapports du *Department of labour*, dont j'ai déjà parlé, en donne une preuve ; après avoir constaté que « l'Américain est moins prévoyant qu'aucun autre homme », il est dit « qu'un peuple parcimonieux n'est jamais productif,

ni, en thèse générale, industriellement actif. C'est l'homme qui a le plus de besoins qui travaille avec le plus d'énergie pour les satisfaire ; et c'est celui que l'industriel a intérêt à employer. La pratique de l'économie empêcherait les classes ouvrières (américaines) de satisfaire les mêmes besoins, de réaliser les mêmes progrès que les autres classes de la société, et cette pratique serait une injustice morale et une très mauvaise politique industrielle » ; enfin, comme conclusion, l'idée américaine est que « l'épargne atteste un niveau social relativement bas » !

Nous ne voulons pas discuter ici cette opinion, mais nous ne pouvons nous empêcher de rappeler que la grande vitalité de notre pays, que son énergie, surtout après les douloureuses années de la guerre de 1870-1871, que le relèvement de toutes les branches de notre activité nationale qui étonna tant les peuples de l'Europe, n'ont été dus qu'à l'épargne, et surtout à la petite épargne.

Les lignes qui suivent résument quelques notes que j'ai pu recueillir, en 1895, au cours d'un voyage en Angleterre où j'étudiais les conditions d'emploi, de vente et de fabrication des machines agricoles.

Certains ateliers de construction d'Angleterre (comme d'autres d'Amérique) exportent leurs produits manufacturés sur le continent européen et conservent, pour ainsi dire, un véritable monopole pour la vente de diverses machines agricoles, notamment de celles destinées à effectuer ou à préparer les récoltes. Quelles sont les causes qui déterminent cette situation ? Telle était, entre autres, une des questions auxquelles je me proposais de chercher une solution ; s'agissait-il là de matières premières et d'ouvriers à bas prix, de meilleure qualité de fabrication, etc., etc. ?

En Angleterre, il y a une première condition de milieu : tous les grands ateliers de construction sont localisés dans le *coal field*, ou sur la périphérie du territoire compris entre Leeds, Sheffield, Retford et Nottingham ; là se trouvent de nombreuses mines de houille, dont les puits d'extraction se dressent en plein champ, le long des voies ferrées ; des fonderies, forges et aciéries importantes sont établies en grand nombre à Sheffield et à Chesterfield. Le transport des matières premières (houille et métal) se fait donc à très peu de frais des lieux de production aux usines.

En Angleterre (comme en Amérique), la vente s'effectue par des agents qui sont seuls en rapport avec le constructeur, lequel n'a à s'occuper que de la fabrication, l'agent se chargeant de la représentation et des relations directes avec les acheteurs de sa région ; la correspondance du constructeur est ainsi simplifiée. On constate là une première division du travail qui permet d'obtenir

des ateliers de construction, à égalité de valeur du personnel, de plus importants résultats financiers.

Les agents ont, en général, beaucoup de savoir-faire; ceux qui sont restés quelque temps dans différents pays (France, Autriche, Allemagne), déclarent que le placement des machines agricoles est bien plus facile en France qu'en Angleterre où le fermier, très routinier, est, disent-ils, bien plus réfractaire aux machines perfectionnées que le fermier français; ce dernier accepte volontiers une machine nouvelle dont il a besoin, surtout quand on la lui vend à l'essai.

Si l'agriculteur américain n'entretient pas (comme nous l'entendons) ses machines, son collègue anglais a généralement soin, avant les travaux, de les envoyer chez le constructeur pour leur remise en état, tandis que chez nous l'agriculteur demande plus volontiers des pièces de rechange qu'il monte lui-même.

La vente des machines, en Angleterre, oblige à de grands frais de réclames, présentées avec un certain cachet d'originalité. En construction, une machine ne peut rapporter qu'à la condition d'être de fabrication courante, mais pour lancer une machine, les sacrifices sont considérables, et si la renommée d'une maison a été longue à s'établir, elle persiste également pendant très longtemps; c'est pour ce motif que les grands ateliers de construction ont conservé et conservent toujours le même nom, malgré leur passage en d'autres mains; tandis qu'en France, où on est trop individualiste pour divers motifs, le successeur s'empresse de substituer son nom à celui de son prédécesseur, et perd, de ce fait, presque toutes les dépenses antérieures effectuées en publicité pour faire connaître la maison.

Tant qu'une machine n'est pas de vente courante, les procédés de sa fabrication, en Angleterre, sont les mêmes que chez nous: les ouvriers travaillent à la journée. L'étude de la machine se fait par l'ingénieur et le dessinateur; on améliore les premiers modèles jusqu'à ce qu'on arrive au type définitif qu'on se propose de lancer. Afin de se rendre compte des frais de production, on met en chantier un certain nombre d'exemplaires, en faisant travailler alternativement les ouvriers une semaine à la tâche et une semaine à la journée.

Les ouvriers n'ont jamais de dessins sous les yeux, mais une pièce déjà faite, un modèle, qu'ils ne font que copier sans savoir souvent où il doit s'adapter; comme ils exécutent pendant longtemps les mêmes articles, ils acquièrent une très grande dextérité; ces pièces sont rangées au fur et à mesure de leur fabrication dans des magasins qui renferment des stocks considérables.

Du magasin, les pièces sortent pour aller au montage, rendu très facile parce qu'elles sont interchangeables, l'ouvrier qui les fabrique se servant de calibres ou de gabarits très simples.

Je citerai en particulier deux manufactures que j'ai pu examiner avec quelques détails : celles de la Harrison Mac Gregor Co, de Leich (Lancashire), et de la Marshall Co, de Gainsborough (Lincoln).

La maison Harrison Mac Gregor, à Leich, occupe 460 ouvriers toute l'année et 500 lorsque le travail presse; en 1894, on a construit :

3 144 faucheuses,

1 103 moissonneuses,

5 500 machines pour la préparation des aliments du bétail (hache-paille, concasseurs, moulins, brise-fourteaux, manèges), et il n'est resté en stock (non vendues) que 45 faucheuses et 50 moissonneuses; ces chiffres montrent l'importance de cette fabrication spéciale, à laquelle on a ajouté pour 1895 la construction des lieuses. Les machines pour la préparation des aliments du bétail, bien qu'importantes en nombre, ne constituent pas le fond de la fabrication.

Les ouvriers se réunissent par équipes, et chaque équipe, qui fait la répartition de l'ouvrage comme elle l'entend, est payée à la tâche pour un certain travail de pièces, qui passent ensuite à d'autres équipes d'ouvriers.

Voyons l'atelier qui fabrique les lames des faucheuses et des moissonneuses; cet atelier reçoit les barres (qui ont été rabotées par 10 ou 12 d'un seul coup), les sections et les pièces d'articulation de la lame à la bielle. La succession du travail s'effectue de la façon suivante :

Un ouvrier pointe (ou marque) la pièce d'articulation sur la barre;

Un enfant perce les trous (d'assemblage de cette pièce) à la poinçonneuse à balancier;

Un ouvrier perce à la poinçonneuse les trous des rivets des sections;

Deux ouvriers dressent à la main, dans des griffes, la barre qui a été déformée par la poinçonneuse précédente;

Deux ouvriers rivent les sections avec une riveuse à balancier; pour cela, la barre est placée d'avance dans un marbre à rainures, on pose les rivets et les sections, puis l'ensemble est poussé à la main par un ouvrier pendant que l'autre manœuvre le balancier. Une lame qui a 17 sections, soit 34 rivets, est faite en deux minutes par ces deux hommes (la pose des rivets à la main, et des sections, prend une minute; il faut pour river et pour différentes manœuvres une autre minute).

Un ouvrier rive à la main la pièce de tête de lame (articulation avec la bielle).

Cinq personnes sont employées au dressage des lames fabriquées (quatre ouvriers plus un vérificateur); cette opération très délicate se fait à la main, au marteau, sur un marbre à rainures.

En plus de ce personnel spécial, l'atelier compte un ouvrier à l'outillage, deux enfants et un homme de peine.

Chaque homme est payé à part; le dresseur a le salaire le plus élevé (4 fr. 80 à 5 francs par jour); les autres ouvriers ont 3 fr. 50 par jour; le contremaître est à l'année et gagne 48 à 50 fr. par semaine.

Il y a ainsi 17 personnes dans cet atelier; chaque lame circule successivement entre les mains de 9 ouvriers ou enfants qui travaillent chacun sans changer d'outil de la journée.

Je passe sur le modelage, la fonderie, l'atelier de menuiserie et sur la forge (15 forges actionnées par un ventilateur mù par un moteur à gaz de 12 chevaux), etc.

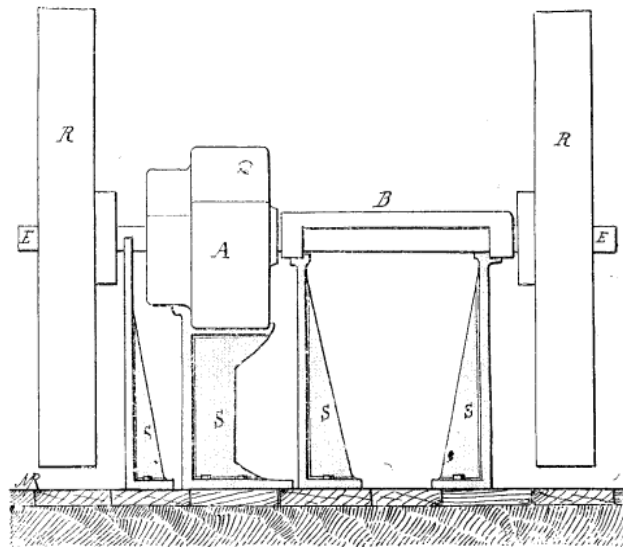


Fig. 19. — Bâti de montage d'une faucheuse aux ateliers Harrison Mac Gregor et Co.

Arrivons au montage. Les machines sont montées en plusieurs exemplaires à la fois (une douzaine en même temps). Une équipe d'ouvriers, aidée de gamins, effectue ce travail très rapidement, à l'aide d'outils très simples et en appliquant le principe de la division du travail. Sur le sol sont fixés d'avance un grand nombre de supports en fonte S (fig. 19) destinés à recevoir chacun une machine pendant le cours du travail; suivant les modèles, ces supports varient de nombre et de formes. Voici un exemple pour le montage des faucheuses, qui s'effectue par douze; le magasin livre les pièces détachées nécessaires, un aide place les douze bâtis A, puis un autre lui succède et place douze autres pièces B, et ainsi de suite pour les engrenages, les essieux E, les roues R, les débrayages, graisseurs, etc. Lorsqu'il y a à frapper un coup de marteau ou à donner un coup de lime, un des ouvriers fait la

même opération successivement aux douze machines; l'équipe acquiert de ce fait une grande habileté pour le fini, comme pour la rapidité d'exécution. D'un autre côté, ce mode de procéder constitue pour l'acheteur une garantie au sujet de l'adaptation des futures pièces de rechange.

Au sortir du montage les machines sont peintes à une couche, puis elles sont mises en dépôt d'où elles sont prises par l'atelier de peinture et de vernissage; là les ouvriers sont également par équipes, chacun n'ayant qu'une couleur à passer ou un travail spécial à faire (filets, lettres en or, etc.). Enfin il reste l'emballage, constitué surtout avec des torons de paille fabriqués à l'usine par un vieil ouvrier aidé d'un enfant.

Les ouvriers du montage gagnent en moyenne 36 francs par semaine. La journée de travail part de 6 heures du matin à onze heures (avec un arrêt d'une demi-heure à 8 heures), et de midi à 5 heures, soit 9 heures à 9 heures 1/2 de travail utile par jour. Le samedi, le travail s'arrête à midi.

Les enfants, à partir de neuf ans, gagnent 4 à 5 francs par semaine, ne font qu'une demi-journée de travail à l'atelier (l'autre demi-journée devant être consacrée à l'école) et cela jusqu'à onze ou treize ans, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'ils aient le certificat spécial délivré par le médecin-inspecteur des usines.

Les ouvriers n'ont pas de vêtements de travail; comme ceux d'Amérique, ils sont en veston ou en jaquette, et rien n'est plus curieux que de voir l'aspect d'un de ces ateliers de construction mécanique.

Les machines se fabriquent (fonte et ajustage) toute l'année; le montage des faucheuses et des moissonneuses part de janvier jusqu'à fin juin; celui des machines de préparation des aliments du bétail s'effectue en tout temps. Dès qu'une équipe n'a plus de travail, elle est renvoyée de l'usine. On monte ainsi, en moyenne, trois douzaines de faucheuses et une douzaine de moissonneuses par jour pendant les cinq mois de ce travail.

Leich, où se trouvent les usines Harrison Mac Gregor que nous venons d'étudier, est une petite ville de 30 à 32 000 habitants, les usines et filatures occupent beaucoup de femmes et de jeunes filles (les femmes sont payées de 14 à 24 francs par semaine). Enfin beaucoup d'ouvriers sont réunis en une société coopérative de consommation, administrée par eux-mêmes. Pour ce qui est relatif aux employés de bureau, les rédacteurs qui à Paris auraient 300 francs par mois, sont payés 250 francs; les commis (de 175 francs à Paris) touchent 125 francs par mois.

La maison Marshall et C^o est une des plus importantes d'Angleterre pour la construction des chaudières et des machines à vapeur; les ateliers s'étendent sur 6 hectares et demi de terrain et occupent 3 000 personnes (en 1893). La production moyenne annuelle est de :

1 600 générateurs de vapeur,
 1 000 locomobiles et locomotives routières,
 600 à 700 machines à vapeur fixes.
 800 batteuses à grand travail.

Tous les jours la fonderie de l'usine emploie 20 à 25 tonnes de fonte. — Les

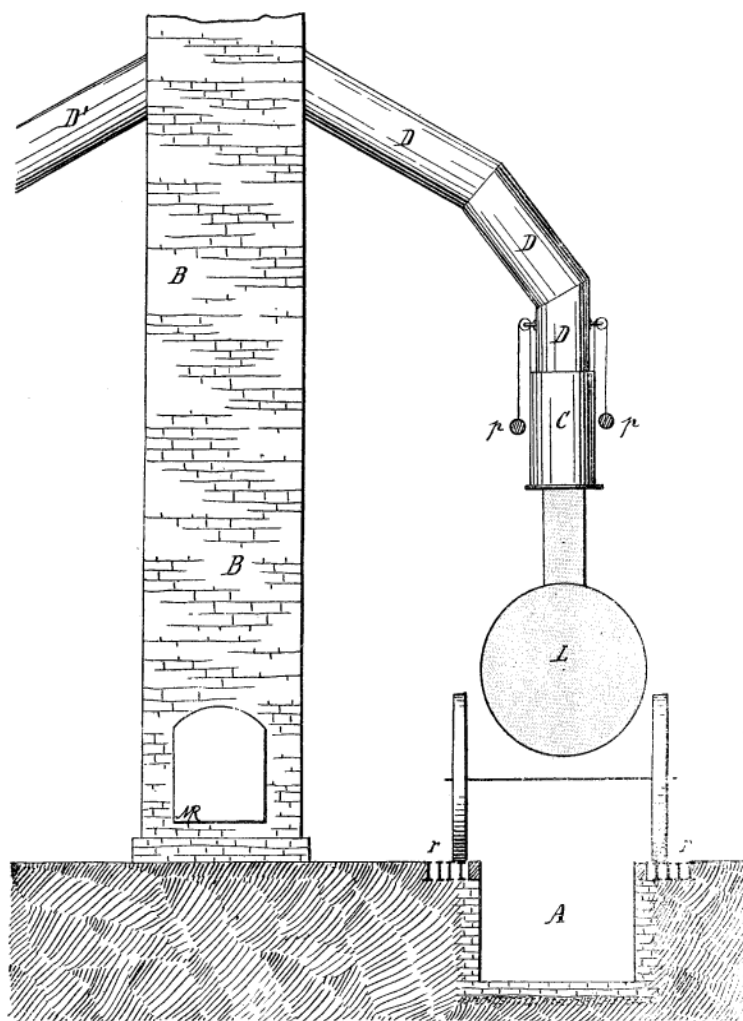


Fig. 20. — Chantier d'essais de locomobiles et de locomotives routières aux ateliers Marshall et C^o.

pièces de fonte et de chaudronnerie faites d'avance sont recouvertes d'une pre-

mière couche de peinture et mises en dépôt dans des cours; il y a d'importants magasins aux pièces détachées pour le montage et le service des réparations.

Le travail n'est certainement pas le même qu'aux usines Harrison Mac Gregor, mais le principe de fabrication est identique, ce qui nous dispense d'y insister à nouveau; nous ne pouvons également détailler l'outillage puissant et perfectionné des ateliers de moulage (mécanique et manuel), de fonderie, de forge, de chaudronnerie, de menuiserie, d'ajustage, de montage, etc.; cela nous entraînerait trop loin et sortirait même du cadre que nous nous sommes tracé.

Sans parler de l'atelier d'essais des grandes machines à vapeur fixes, il y a une dizaine d'emplacements d'essais de locomobiles et de locomotives routières. Chacun de ces emplacements comprend (fig. 20) une fosse A, en maçonnerie, au-dessus de laquelle on fait rouler la locomobile L; des rails à rainures *r* permettent un calage très rapide; la cheminée basse de la machine se raccorde, par une manche à coulisse C, avec la partie D, fixe, en tôle, qui débouche dans la cheminée en briques B; de l'autre côté, il y a une partie symétrique D', de sorte que chaque cheminée B peut desservir deux emplacements L. La mise en place de la machine sur le chantier nivelé *r*, son raccordement avec la cheminée B, par la partie à coulisse C équilibrée par les contrepoids *p*, le calage, etc., sont des opérations qui s'effectuent en très peu de temps; la fosse A permet de surveiller la partie inférieure de la machine pendant la durée de l'essai.

Les machines destinées au continent sont embarquées à Hull; une société de navigation transporte de Hull en Algérie un matériel de 10 chevaux (locomobile et batteuse) pour la somme de 90 à 100 francs (ces prix s'entendent lorsqu'il y a plusieurs matériels à exporter à la fois).

D'après le rapide exposé qui précède, on ne peut donc pas, en faveur des usines anglaises, invoquer le bas prix de la main-d'œuvre, il faut trouver leur supériorité dans les méthodes de travail, méthodes qui diminuent les prix de revient, mais dont l'application n'est possible qu'à la condition de pouvoir écouler un grand nombre de machines du même modèle.

Nous avons rapporté la même impression de voyages entrepris en 1895 en Allemagne et en 1897 en Belgique, à l'effet d'y étudier quelques ateliers de construction de machines agricoles et industrielles.

Nous pourrions encore citer des fabriques de faux; ici ce sont surtout des opérations manuelles, un petit nombre seulement étant effectués à l'aide de

machines-outils mues à bras, mais il y a une grande division du travail, la même pièce passant successivement entre les mains d'une trentaine d'ouvriers n'ayant chacun qu'une seule opération à faire qu'il exécute, d'ailleurs, avec une rapidité, une exactitude et une perfection surprenantes.

Nous trouvons donc toujours le même motif de l'économie de fabrication, ne pouvant être réalisé par l'industriel que par suite de la spécialisation de son atelier, due elle-même à une organisation commerciale assurant la vente d'un grand nombre d'exemplaires d'une même machine.

Enfin il nous faut constater que les constructeurs étrangers reçoivent bien mieux les inventeurs que les nôtres, qui supputent avant tout le tant pour 100 à leur payer au lieu de calculer le bénéfice probable qu'ils pourraient réaliser par l'exploitation de l'invention; ils n'hésitent pas, comme les nôtres, à s'entourer d'hommes techniques, ayant passé aux Écoles (1), et au lieu de dire que tel ingénieur ou tel chef de service coûte tant d'appointements par an, ils vous disent que tel homme fait rapporter tant par an à leur maison.

Autrefois, nos ateliers de France manufacturaient des types très divers de machines; on faisait, dans la même maison, des charrues, des herses, des manèges, des batteuses, etc.; cela tenait à ce que la vente de chaque article n'était pas assez importante pour employer l'atelier pendant toute l'année à la fabrication spéciale de l'un d'eux; mais il faut dire qu'on employait alors peu de machines agricoles en France. Si, en Angleterre, en Amérique et en Allemagne, la spécialisation dans la fabrication s'est effectuée depuis longtemps, cela tient à ce que ces pays étaient, avant le nôtre, dans les conditions économiques voulues. Nos ateliers se spécialisent de plus en plus, et nous avons déjà fait remarquer que cette spécialisation accuse forcément un écoulement important d'un matériel qui, par suite, est mieux conçu, mieux fait et vendu à meilleur marché; d'une façon générale l'agriculteur a donc toujours intérêt à choisir la machine dont il a besoin parmi les quelques constructeurs qui en ont la spécialité, et non parmi les autres qui ne la fabriquent qu'accidentellement.

En France, le constructeur a de trop nombreuses occupations; en dehors de celles de l'atelier (achat des matériaux, exécution du travail, inventions et modifications), il a un courrier très chargé, presque avec chaque acheteur, la vente se faisant le plus souvent directement à l'agriculteur; il a, de plus, de nombreux déplacements dans les expositions, les concours, les comices, etc., car l'acheteur veut lui écrire personnellement ou le voir lui-même, et non son représentant; conséquemment, notre constructeur ne peut bien s'occuper que périodiquement d'une de ces affaires, et au détriment des autres.

(1) Nous avons eu personnellement beaucoup de difficultés pour placer de nos anciens élèves chez des constructeurs français, alors qu'ils sont facilement acceptés par les maisons étrangères.

Au point de vue commercial on peut, à l'aide des documents fournis par l'Exposition universelle de Paris en 1900, établir une comparaison qui intéresse la fabrication nationale et lui donner d'utiles indications. Nous supposons que les grandes récompenses ont été remportées par les maisons étrangères qui détiennent déjà une partie du marché français, ou qui ont fait un effort en vue d'y prendre place. En comparant alors les nombres absolus des grandes récompenses décernées (exposants membres du jury, grands prix et médailles d'or), nous avons la classification suivante :

Pays.	Nombre de grandes récompenses.
1 ^o France	47
2 ^o Grande-Bretagne et Canada	24
3 ^o États-Unis d'Amérique	17
4 ^o Allemagne	9
5 ^o { Hongrie	3
{ Suisse	3
6 ^o { Danemark	2
{ Russie	2

Il ressort de ces chiffres que nous avons, en France, une cinquantaine de grands constructeurs de machines agricoles, mais aussi que le marché est ou sera occupé en même temps, et à des degrés divers, par du matériel étranger et notamment d'origine anglaise, américaine ou allemande.

MAX RINGELMANN.

(*A suivre.*)

REVUE DES PÉRIODIQUES

REVUE DES PÉRIODIQUES DU TRIMESTRE AOUT, SEPTEMBRE, OCTOBRE 1905,
par **M. G. Richard** (1), *membre honoraire du Conseil*.

MESSIEURS,

Nous nous retrouvons ici après trois mois d'absence, pendant lesquels quelques-uns d'entre nous ont pu goûter un repos bien mérité; mais, en ce temps heureux des vacances, la terre n'a point cessé de tourner, l'activité scientifique et industrielle de poursuivre sa course, notre Société même n'a dormi que d'un sommeil apparent. Vous en avez la preuve dans la publication de ce bulletin trimestriel, accompagné de son supplément consacré à la traduction des très intéressants mémoires de MM. Draper et Ritchey sur la *construction des miroirs de télescopes* (2).

Je vous signalerai tout particulièrement aussi, dans ce *Bulletin*, le projet final, élaboré par votre commission spéciale nommée à cet effet, pour l'*extension du système international des filetages aux vis de petit diamètre*, travail des plus importants, auquel le président de cette commission, M. le général *Sebert*, s'est consacré avec un dévouement dont on ne saurait trop lui être reconnaissant.

Quant aux périodiques techniques et scientifiques parus pendant ce trimestre, et que j'ai dû dépouiller pour la *Littérature* habituelle de votre *Bulletin*, s'ils se trouvaient amoncelés sur cette table, je disparaîtrais certainement à vos regards; ce qui suffirait, il semble, pour vous montrer combien il m'est impossible de songer à vous présenter un compte rendu tant soit peu complet de ces publications. Tout ce que je puis faire, c'est de vous indiquer quelques faits et travaux qui m'ont paru tout particulièrement intéressants, et dont je crois pouvoir me permettre de parler devant vous sans trop de témérité. Il faudrait, pour donner à cette revue des périodiques l'importance qu'elle mérite, beaucoup plus de temps que je n'en ai à ma disposition et une science encyclopédique qui me fait absolument défaut.

Cette revue sera donc des plus incomplètes, plutôt une causerie à bâtons rompus; je vous prie de vouloir bien m'excuser, car s'il en est ainsi, c'est un peu par la force des choses, et bien malgré moi.

(1) Communication faite en séance le 10 novembre 1905.

(2) *Bulletin* d'août, septembre, octobre 1905.

Le problème de la **récolte mécanique du coton** a été, en raison de son extrême importance, abordé par de nombreux inventeurs, et, jusqu'à présent, sans succès, car il est des plus difficiles ; mais, tout récemment (1) après de nombreuses et coûteuses recherches, un mécanicien américain de Chicago, M. G. A. Lowry, ingénieur de la « Planters Compress Co », de Maine, vient

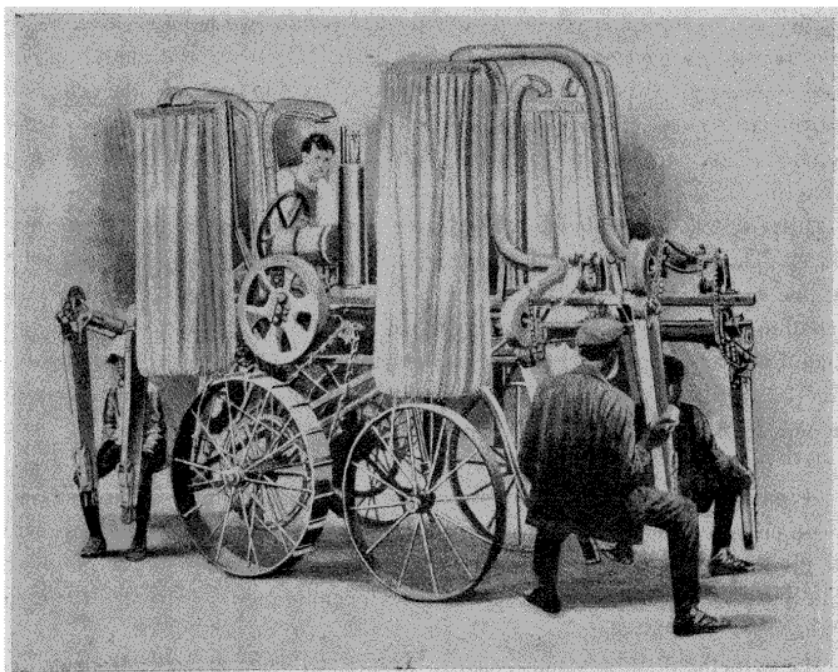


Fig. 1. — Machine Lowry pour la récolte mécanique du coton.

d'établir une de ces machines qui semble avoir fait faire un grand pas à la solution du problème.

Ainsi que vous le voyez par cette projection (fig. 1) (2) cette machine est portée par un chariot à quatre roues, dont les deux premières sont sur des essieux leur permettant de s'adapter aux inégalités des champs, tandis que les deux autres sont motrices, et commandées, par un moteur à gazoline de quatre chevaux, au moyen d'une transmission à chaînes avec changements de vitesse permettant à cette vitesse de s'adapter à la richesse de la récolte. La largeur du

(1) *Engineering*, 22 juillet et 22 septembre 1903, p. 122 et 390.

(2) *Engineering*, 22 septembre, p. 390. Voir avec le brevet américain de Childress, n° 800 628 de 1904.

chariot est telle que ses roues passent dans les sillons du champ. Aux quatre bouts du chariot, se trouvent, groupés par paires, huit bras ou cueilleurs, en aluminium, de 1^m,20 de long, parfaitement équilibrés et articulés de manière à pouvoir être facilement manipulés dans tous les sens par quatre hommes assis, comme on le voit, aux bouts du chariot. Chacun de ces bras renferme une courroie de 50 millimètres de large, semblable à une bande de cardé, et passant, sur des poulies appropriées, à la vitesse de 1^m,80 par seconde. Les hommes dirigent ces bras sur les graines de coton, à l'extérieur et à l'intérieur de la base du chariot, et les peignes des courroies en saisissent le coton, qu'elles amènent à de petits ventilateurs qui en retirent le coton et le soufflent, par des tuyaux correspondants, aux sacs disposés sur les côtés du chariot, et dans lesquels on le recueille.

D'après des essais officiels, chacun des quatre hommes employés aux bras de cette machine pourrait récolter environ 250 kilogrammes de coton par jour, au lieu de 51 kilogrammes à la main, et, en outre, avec un moindre déchet et du coton plus propre. On estime que l'emploi universel de cette machine, aux États-Unis, économiserait, par an, une main-d'œuvre de 75 millions de dollars (375 millions de francs), ce qui justifie pleinement l'intérêt qu'elle suscite actuellement en Amérique et en Angleterre.

Parmi les innombrables emplois du ciment, l'un des plus curieux est celui qu'on en fait, principalement aux États-Unis, pour le remplacement des pieux de pilotis en bois par des **pieux en ciment** et, parmi ces systèmes de pieux, l'un des plus répandus est le type *Simplex*, exploité par la « Simplex Concrete Piling Co », de Philadelphie.

Le principe de ce système consiste à enfoncer d'abord, dans la terre que l'on veut pilonner, un tube en acier terminé (fig. 2) par une pointe à charnière, jusqu'au fond du trou, puis à remplir ce tube d'une hauteur d'environ 0^m,90 de ciment, à l'aide de la benne représentée en fig. 3. On retire alors le tube d'acier de 0^m,60, de sorte que sa pointe s'ouvre, comme en fig. 2, et laisse le ciment remplir le fond du trou, et on y tasse ce ciment par la chute d'une masse de 300 kilogrammes; ceci fait, on ajoute de nouveau 0^m,90 de ciment, on retire le tube d'encore 0^m,60, et on retasse le ciment ajouté... et ainsi de suite, jusqu'au haut du pieu, comme en fig. 3.

Parfois, dans les terrains trop mous, on complète, comme en fig. 4, le pieu de ciment par l'addition d'une cage ou armature en fer entourée d'une tôle qui ne sert qu'à favoriser la prise du ciment, et disparaît ensuite rongée par la rouille.

Ces pieux en ciment atteignent facilement des profondeurs de 10 à 12 mètres, et présentent, sur les pilotis en bois, les avantages d'une conservation

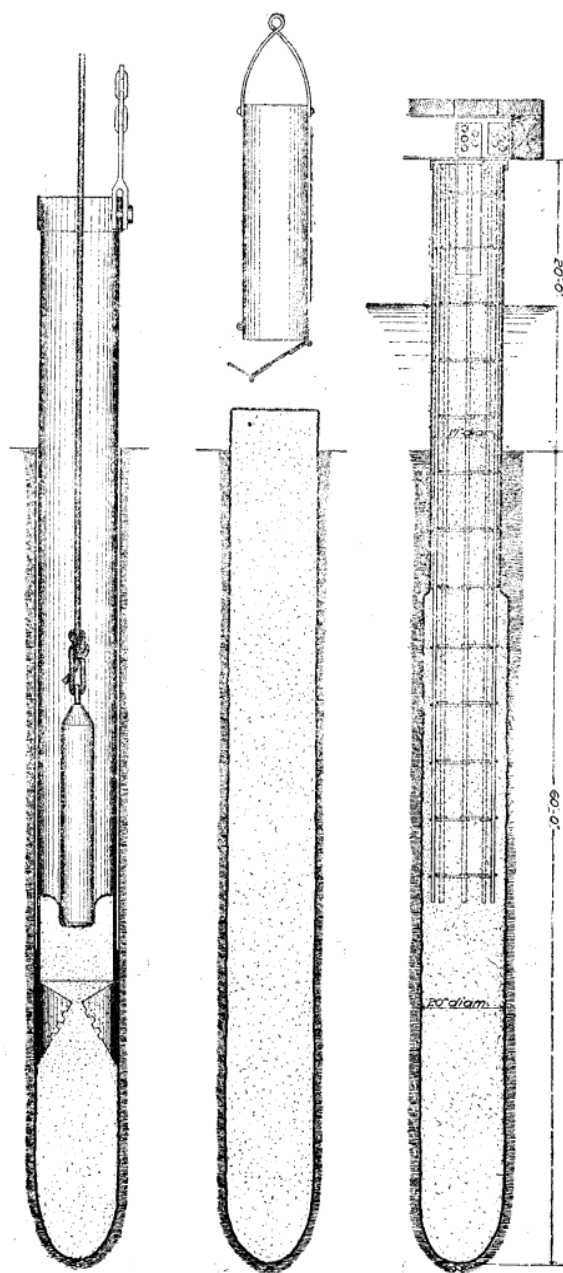


Fig. 2, 3 et 4. — Pilotis en ciment *Simplex*.

presque indéfinie, sans rien craindre des termites dans les ports de mer, d'une pose plus rapide et plus économique et d'une plus grande résistance, grâce à leur plus ferme adhérence aux terres en raison de leur rugosité et de leur léger foisonnement. Dans certains cas de sables mouvants et de fortes pressions d'eau, le tassage des pieux se fait par de l'air comprimé à 20 kilogrammes leur faisant supporter d'avance une pression bien supérieure à leur charge.

La question de la **préservation des ouvrages métalliques** contre leur dégradation par l'humidité, et surtout par l'humidité mélangée à des vapeurs sulfureuses, telles que celles dégagées par les cheminées des locomotives, est loin d'être résolue; aussi est-il intéressant de vous signaler un nouveau procédé, préconisé par *M. L. H. Barker*, ingénieur en chef adjoint au Pennsylvania Rr, et qui a donné, aux essais et dans un commencement d'application pratique, des résultats extrêmement encourageants (1).

Dans de très nombreux essais comparatifs, avec toutes sortes de peintures, on reconnut qu'aucune d'elles, en triple couche et appliquée sur des fers et aciers bien propres, ne pouvait garantir le métal plus d'une année contre une exposition à des mélanges de vapeurs sulfureuses et de fumées. Certaines de ces peintures restaient bien intactes et imperméables, mais sans pouvoir empêcher la formation, sur le métal et sous elles, de pointes de rouille et de taches rapidement diffusées.

On eut alors l'idée d'étendre, sur la première couche épaisse de peinture, des bandes de papier paraffinées, pressées sur cette peinture fraîche, et se recouvrant aux joints, puis recouvertes aussitôt d'une ou deux couches de peinture. Ce système de protection a parfaitement résisté pendant deux ans et demi aux épreuves que les couches de simples peintures ne pouvaient supporter plus d'une année. Il a également résisté très bien, pendant trois ans, sur des ouvrages exposés au contact de gaz d'égouts, dans une humidité constante, et à fleur d'une eau salée.

Il serait d'ailleurs très facile de répéter les expériences de *M. Barker*, qui paraissent absolument convaincantes, bien qu'il manque encore nécessairement, à ce nouveau système, la sanction définitive du temps.

Le calcul des *murs de quais* et des *barrages de réservoirs*, celui des **murs de soutènement** en général, est des plus compliqués et encore incertain (2); aussi a-t-on souvent essayé de le contrôler par des essais sur des modèles, notamment en faisant agir des pressions analogues à celle de l'eau ou des terres

(1) *American Society for testing Materials*, Meeting d'Atlantic Cy, 30 juin 1905.

(2) *Engineering*, 31 mars, 24 avril, 12 mai, 30 juin, 14 juillet, 11 août 1905.

(3) *Engineering*, 4 août 1905.

sur des modèles en caoutchouc. Mais, avec le caoutchouc, représentant de la maçonnerie de densité 2, lorsqu'on lui fait subir la charge d'un liquide représentatif de l'eau agissant sur un barrage et, par conséquent, de densité moitié de celle du caoutchouc, les déformations qui en résultent dans le modèle sont

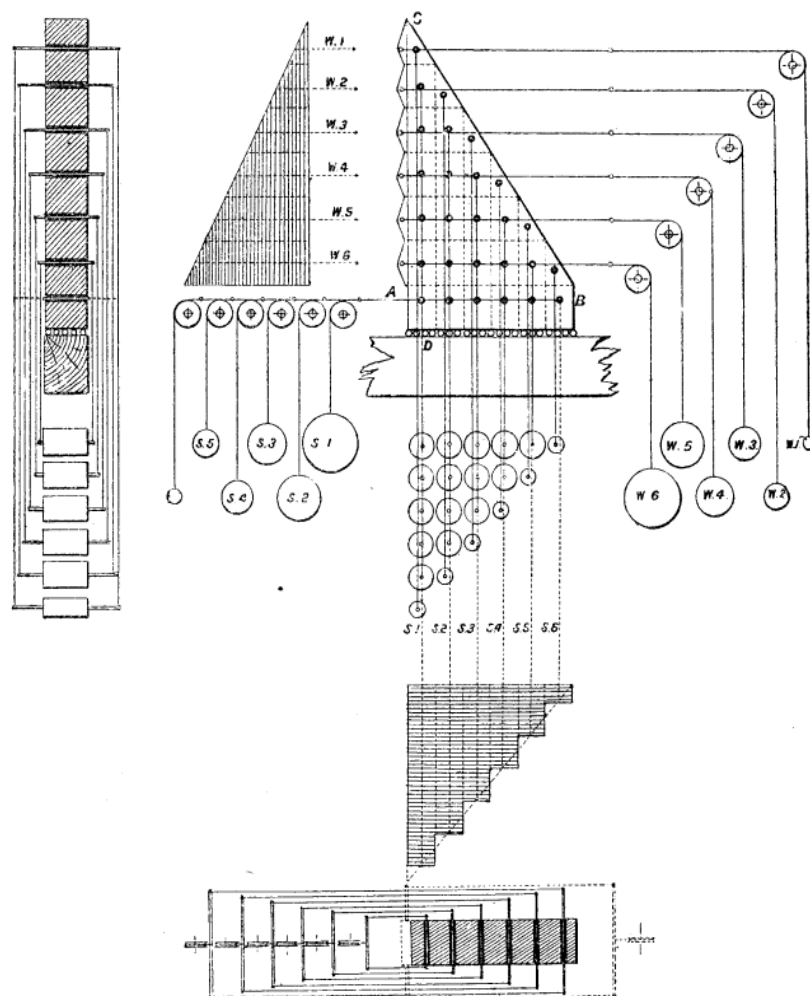


Fig. 5. — Schéma de l'appareil Wilson et Gore pour l'étude des murs de soutènement.

presque insensibles; il faut, pour permettre de les mesurer, quintupler au moins la pression du liquide et détruire ainsi la similitude des phénomènes qui se produisent dans le modèle et dans la réalité. *MM. Wilson et Gore* ont remarqué que cette similitude serait rétablie si l'on pouvait augmenter virtuellement

la densité du caoutchouc de manière à lui donner une valeur d'environ 2,25 fois celle du liquide ou des forces équivalentes agissant sur le modèle, et cette considération les a conduits à l'exécution d'un appareil dans lequel les forces perturbatrices tenant à l'attache du modèle à sa base sont entièrement éliminées, de manière à permettre de le soumettre à des efforts parfaitement connus en ses différents points.

Dans cet appareil, le profil en caoutchouc repose (fig. 5 et 6) sur une poutre par une couche de billes d'acier D, qui lui laissent toute liberté de céder aux

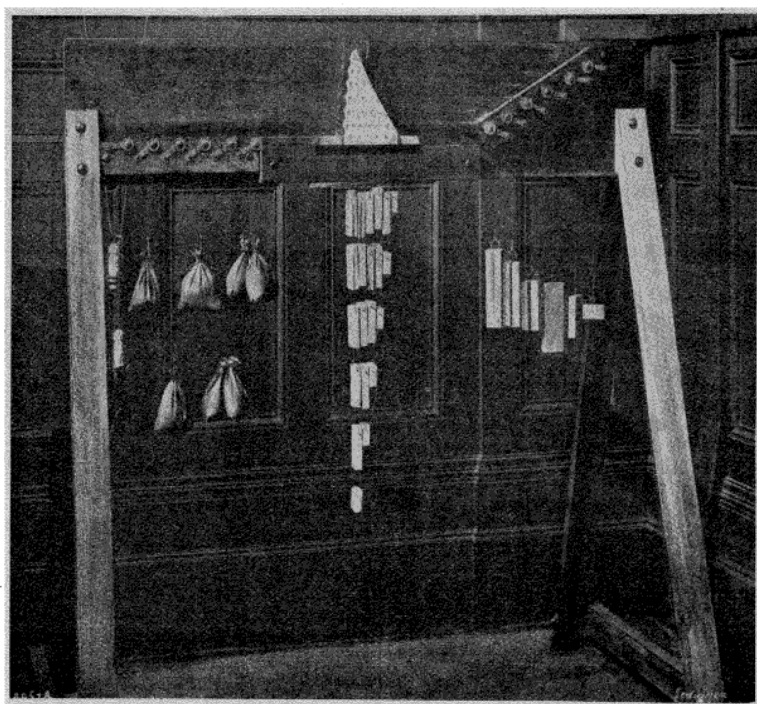


Fig. 6. — Appareil Wilson et Gore. Au milieu, en haut, le petit modèle de mur.

forces qu'on lui applique. Le profil est divisé, par des lignes verticales et horizontales, en sections rectangulaires et triangulaires, au travers du centre de gravité de chacune desquelles on passe un petit tube que traverse une tige sur laquelle on fait agir verticalement des poids *s...* représentant les charges de la maçonnerie en ces mêmes niveaux. D'autres poids *W...* représentatifs des pressions de l'eau ou des terres aux niveaux correspondants du barrage ou du mur, agissent en tirant sur des plaquettes qu'ils appuient sur sa face verticale. Dans l'espèce, où le profil est celui d'un mur triangulaire de base égale

aux $\frac{2}{3}$ de sa hauteur, le modèle en caoutchouc, de 180 millimètres de haut sur 100 de base et 25 d'épaisseur, est divisé en 6 sections de même hauteur, par un quadrillage tracé après l'insertion des tubes. Chacune de ces sections fictives est sollicitée par un poids $W...$, agissant sur des plaques appuyées ainsi sur la face verticale du modèle. La base du profil, de 25 millimètres de haut,

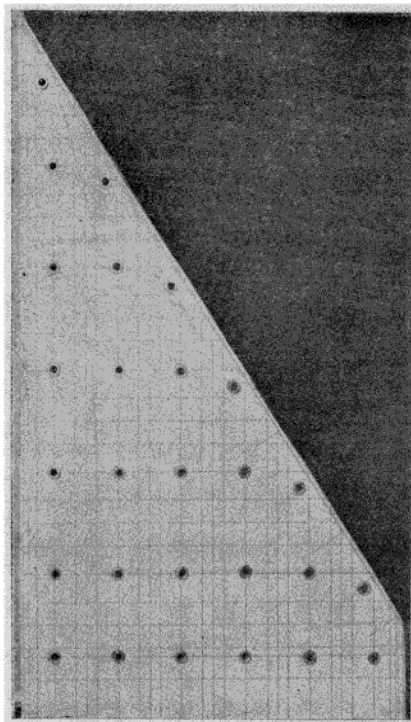


Fig. 7.

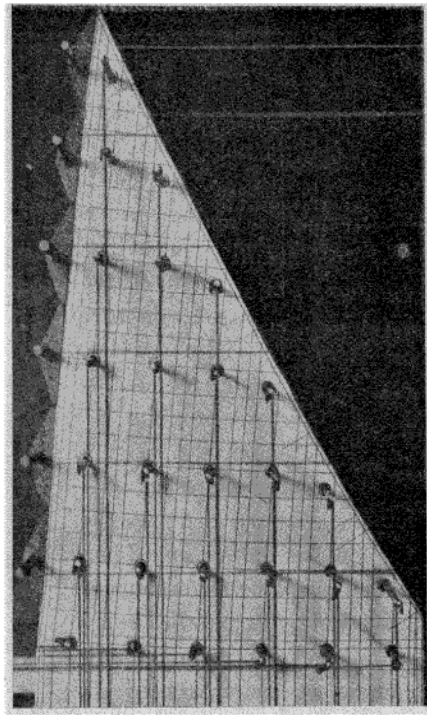


Fig. 8.

est sollicitée, suivant le plan AB, aux $\frac{2}{3}$ de cette hauteur, par des poids $S...$ tirant sur les six tubes de ce plan, et dont la résultante équilibre celle des poids $W...$, mais en permettant de les répartir de manière à faire varier à volonté l'effort de cisaillement en chacun des points correspondants au plan AB. Sur la figure, ces poids $A...$ sont disposés de manière que l'intensité de ce cisaillement, maxima en B, décroisse uniformément jusqu'à s'annuler en A.

Les résultats donnés par ce modèle ont été obtenus en amplifiant de 25 fois la poids du modèle et les forces appliquées à sa déformation : c'est-à-dire que chacun des éléments fictifs en lesquels est divisé ce modèle a été chargé de

poids s équivalents à 25 fois le poids de l'élément de maçonnerie correspondant et de densité 2,25, et que ce même élément a été soumis, par les poids $W...$ correspondants, à un effort équivalent à celui d'un liquide 25 fois plus dense que l'eau.

Pour mesurer les déformations du modèle, on a photographié son quadrillage sans aucune charge, comme en figure 7, avec un agrandissement de 2, puis ce même quadrillage après chaque mise en charge, comme en figure 8, de sorte que la superposition des deux images donne immédiatement la déformation produite par cette mise en charge. Il suffit de porter en abscisses les inclinaisons prises en charge par les horizontales de la figure 8 pour tracer, aux plans correspondants du modèle, les courbes représentatives des cisaillements, comme en hachures sur les figures.

En figure 9, avec l'intensité du cisaillement à la base nulle en A et maxima en B, on voit que cette répartition triangulaire de l'effort de cisaillement ne se conserve pas dans le corps du modèle, mais atteint son maximum entre $1/7$ et $1/8$ de la hauteur de sa paroi inclinée. En figure 10, au contraire, la répartition des efforts sur la base AB correspondant à la fi-

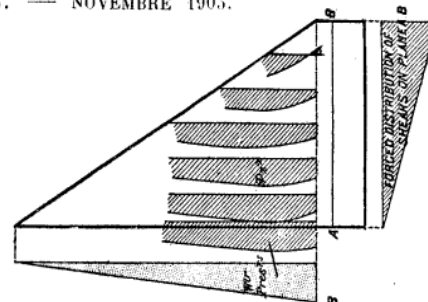


Fig. 13.

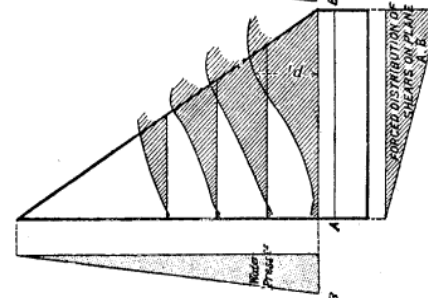


Fig. 12.

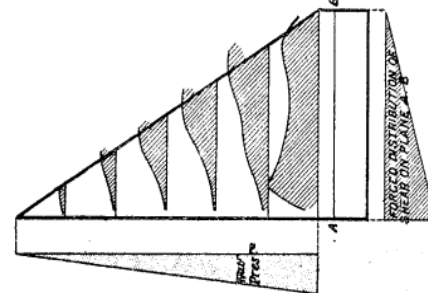


Fig. 11.

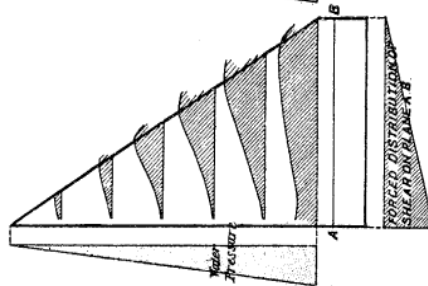


Fig. 10.

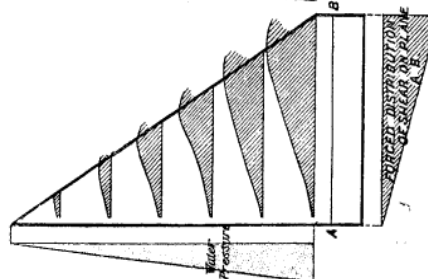


Fig. 9.

gure 8, est intervertie avec son maximum en A, et la conséquence est qu'elle est aussi très notablement changée dans le corps du modèle, mais seulement dans le plan de sa première division, tandis qu'elle ne change presque pas dans les divisions supérieures.

En figure 11, la répartition des efforts en AB est la même qu'en figure 9, mais le modèle est appuyé sur sa base par un poids accroché au premier tube du bas le long de sa face verticale, ce qui modifie, comme l'indique la figure, la répartition des efforts dans les deux premières divisions à partir de la base.

Les figures 12 et 13 donnent, pour le cas de la figure 9, les intensités des pressions dans les plans horizontaux et verticaux des divisions du modèle, les pressions verticales p^1 et horizontales p^2 étant déduites des déformations corres-

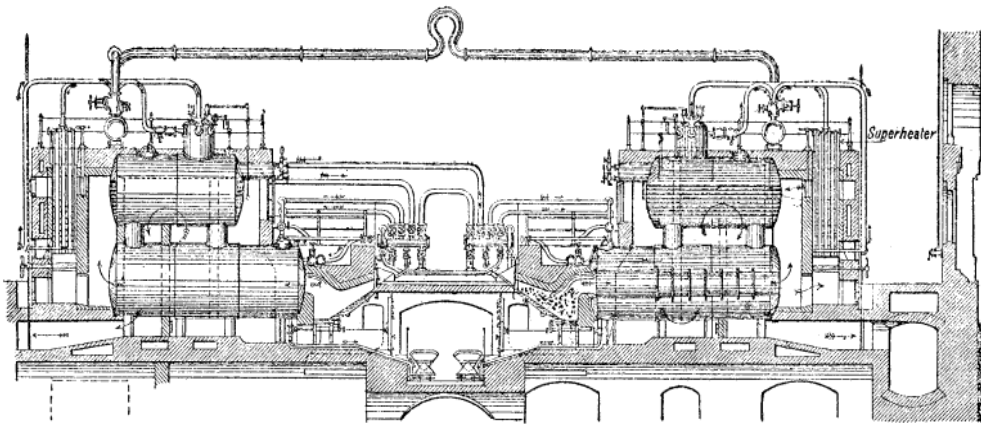


Fig. 14. — Disposition des chaudières de la station de Dresde.

pondantes e^1 et e^2 , mesurées suivant leurs directions, par les formules de Poisson. On voit que les courbes des pressions verticales p_1 donnent un maximum au $1/7$ environ de la hauteur de la paroi inclinée, avec une légère tension dans les sections du bas, sur la paroi verticale, tensions que l'on retrouve sur la paroi inclinée (fig. 13) du fait des efforts horizontaux.

Ces résultats d'une méthode toute récente suffisent pour montrer qu'elle pourra fournir de très utiles indications pour l'étude de la répartition des efforts dans les profils réels des murs et barrages, plus compliqués que les sections triangulaires.

La question du **chauffage des habitations et des édifices publics** au moyen de vapeur fournie par une station centrale est, depuis longtemps, à l'ordre du jour; ce chauffage présente, en effet, en soi de nombreux avantages

d'économie, de fumivorté et de sécurité contre les incendies, de confort et d'hygiène, surtout si les édifices chauffés sont convenablement ventilés. Aussi, cette solution a-t-elle été fréquemment essayée, principalement aux États-Unis, mais en général sans grand succès. Elle a, au contraire, parfaitement réussi à Dresde, dans des conditions, il est vrai, très favorables, mais aussi grâce à des dispositions remarquablement étudiées.

La station centrale de chauffage de Dresde est, en même temps, une station centrale d'électricité; la dépense maxima de chaleur y a lieu pendant le jour, et monte à 14 millions de calories par heure, tandis que celle de l'éclairage élec-

trique, le soir, ne dépasse guère 7 millions de calories, de sorte que la dépense totale ne dépasse jamais 16 millions de calories. En outre, la station chauffe un grand nombre d'édifices publics : Opéra, Musées, Églises, Chambre des députés, Préfecture de police, et le point le plus éloigné de la distribution de chaleur n'est qu'à 1200 mètres de la station.

Tous les tuyaux de la canalisation de vapeur sont logés, dans des carnaux de 2 mètres $\times$ 2 mètres, à environ 2 mètres sous terre, et les chaudières peuvent fournir un maximum de 20 000 kilos de vapeur à l'heure. Ces chaudières au nombre de dix, avec emplacement réservé pour 4 en plus, sont (fig. 14) disposées de chaque côté d'un conduit central, où passent les wagonnets pour l'enlèvement des cendres. Elles sont du type cylindrique, avec corps de 6^m,30 $\times$ 2^m,35

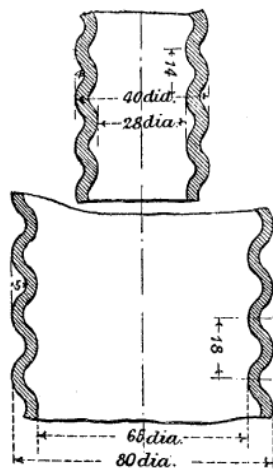


Fig. 13. — Tubes à feu
Mannessmann.

de diamètre et tube foyer intérieur, communiquant, par deux cuissarts, avec un second corps à tubes parcourus par le retour des flammes; le tout est complété par un surchauffeur permettant une surchauffe de 40°, suffisante pour combattre les condensations dans les tuyaux de la distribution. La surface de chauffe de chacune des chaudières est de 200 mètres carrés, et leur pression de 8 kilos. Le foyer, séparé de la chaudière et garni de réfractaires, est desservi par une grille inclinée à 33°, chargée très facilement à la main par une trémie, et dont les cendres se déchargent automatiquement dans les wagonnets qui les emportent. Elles brûlent des charbons très inférieurs; des lignites de Bohême, de 4 000 à 5 000 calories par kilogramme; il suffit de 2 chauffeurs et d'un aide pour desservir toute la batterie de 1 600 mètres carrés de chauffe. Avec une vaporisation de 14 litres par mètre carré de chauffe et par heure, le rendement des chaudières est d'environ 75 p. 100, et il a atteint 82 p. 100 dans les essais.

Les tuyauteries sont disposées de manière que les chaudières soient indépendantes, et les tuyaux sont pourvus de coudes de dilatation en cuivre leur évitant toute fatigue de ce fait. Au sortir du collecteur principal, la vapeur est abaissée, par un réducteur de pression automatique, à la pression de 6 kilos, dans une grande conduite de 250 millimètres de diamètre, d'où elle passe aux deux grands collecteurs de la distribution, de 216 millimètres de diamètre, dont un seul suffit à alimenter toute la distribution avec une température extérieure ne descendant pas au-dessous de -5° . Pendant les froids exceptionnels, la pres-

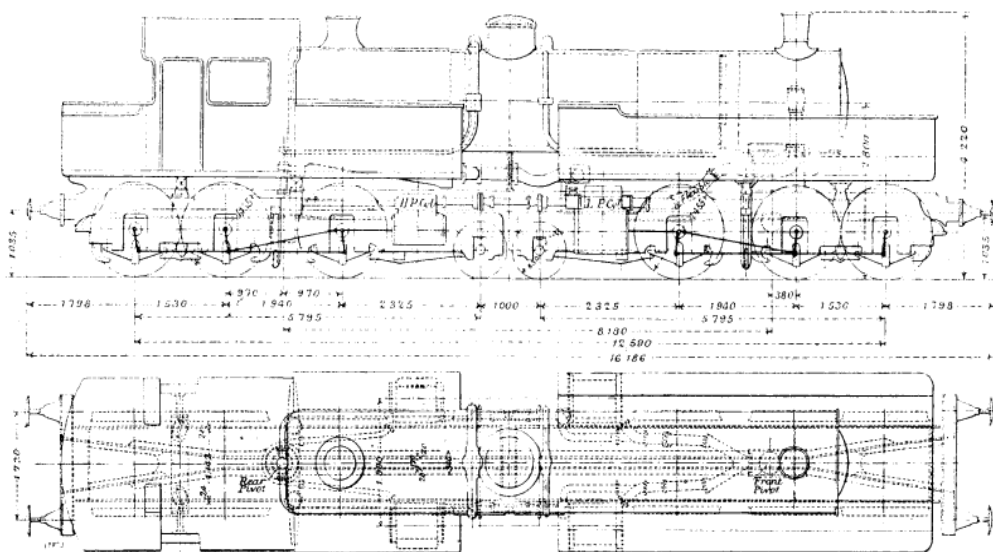


Fig. 16. — Locomotive articulée du chemin de fer du Nord.

sion peut y être portée à $7^{\text{kg}},5$. L'isolement est obtenu par des couches annulaires de bourre de soie entre lesquelles passe de l'air, le tout enveloppé d'une forte toile blanche et vernie. La pression ne tombe jamais à moins de 2 kilos au point le plus éloigné de la distribution, et par les plus grands froids. La condensation varie de 4 p. 100 avec le système en pleine marche et débit maximum de vapeur à 10 p. 100 avec un très faible débit. Les tuyaux, fixés en longueurs d'environ 80 mètres, sont reliés par des coudes flexibles portés sur des selles en acier. Le retour de l'eau de condensation se fait par des tuyaux en cuivre disposés au-dessous de ceux de vapeur, en pente continue, de manière à éviter les poches d'eau; la température de cette eau ne dépasse pas 80° . L'eau des édifices en contre-bas de la station centrale est refoulée par

des pompes dans des réservoirs en communication avec le retour principal.

On chauffe, pendant environ 250 jours par an, de 5 h. 30 du matin à 10 h. 30 du soir ; de 10 h. 30 à 11 h. 30, les feux sont couverts pour jusqu'à 5 heures du matin. On doit pouvoir maintenir une température de 20° avec — 5° au dehors. En décembre 1902, on a dépensé 276 760 kilogrammes de charbon, produisant 3 677 millions de calories au prix moyen de 29,3 pfennig (0 fr. 35) les 100 000 calories, au lieu de 70 à 80 par les poêles à combustion lente. Le succès est complet aux points de vue technique et économique, et méritait d'être signalé (1).

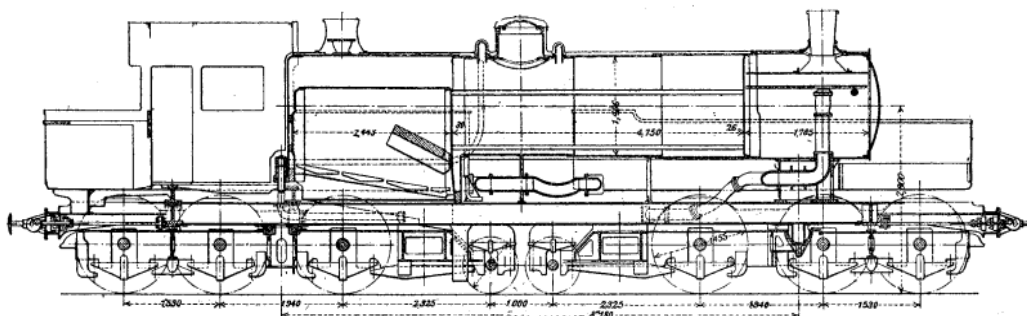


Fig. 17. — Locomotive du chemin de fer du Nord. — Ensemble de la tuyauterie.

La tendance, sur laquelle j'ai souvent insisté (2) à **l'accroissement de la puissance des locomotives** : par l'augmentation de la pression, le compoundage et la surchauffe, s'est très remarquablement manifestée à l'exposition de Liège. Je n'insisterai ni sur le compoundage, dont les avantages vous sont bien connus (3), ni sur la surchauffe, sur laquelle vous trouverez des renseignements dans notre dernier *Bulletin* (4). Cette surchauffe, encore sans une sanction pratique définitive, est étudiée, sur l'État belge, avec une méthode rigoureuse, qui conduira peut-être à des résultats décisifs ; l'une de ses difficultés, celle du graissage, semble définitivement vaincue par l'emploi de graisseurs à pompe, tels que ceux de Bourdon (5) et d'huiles minérales appropriées. Ces graisseurs, plus compliqués que les compte-gouttes, pré-

(1) *The Engineer*, 6 et 13 octobre 1903.

(2) *Bulletin* de novembre 1904, p. 900 et 909.

(3) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1003.

(4) *Bulletin* d'octobre 1905, p. 1129.

(5) *Revue de mécanique*, novembre 1897, p. 1096.

sentent l'avantage d'une marche réglable, automatique, très sûre et précise.

La majorité des locomotives compound sont à 4 cylindres, néanmoins M. Nadal a exposé à Liège une locomotive compound à deux cylindres extérieurs, avec, chacun, deux tiroirs cylindriques, l'un pour l'admission et l'autre pour l'échappement, commandés par des mécanismes de Walschaert, l'un des tiroirs entraînant l'autre par un balancier. Cette machine est actuellement en essai sur les chemins de fer de l'État français.

Comme détail intéressant on peut signaler les tubes sans soudures et ondulés en spirale (fig. 15) exposés par la compagnie *Mannesmann*, d'une surface de chauffe de 10 p. 100 supérieure à celle du tube droit de même diamètre,

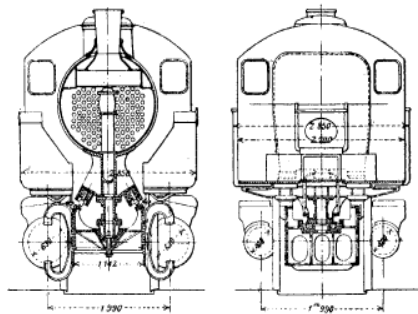


Fig. 18. — Locomotive du chemin de fer du Nord. — Vues par bout.

et flexibles, à l'opposé des tubes Serve absolument rigides, mais qui n'ont pas encore été essayés en service courant.

Comme type de locomotive à marchandises exceptionnellement puissant, il convient de citer la locomotive compound à quatre cylindres du *chemin de fer du Nord*, sur laquelle voici quelques détails (1).

La locomotive du chemin de fer du Nord est (fig. 16) du type à deux bogies moteurs articulés, mais tous deux entièrement indépendants de la chaudière, tandis que, dans la locomotive Mallet (2), le bogie d'avant seul est complètement indépendant. On gagne, à cette indépendance, une plus grande facilité de passage en courbes, mais aux dépens de la simplicité de la tuyauterie (fig. 17), qu'il faut rendre flexible entre la chaudière et les cylindres de haute pression, montés, ici, sur le bogie d'arrière.

Cette machine devait pouvoir remorquer des trains de 950 tonnes à des

(1) *Revue générale des chemins de fer*, octobre 1903. *Engineering*, 6 octobre 1903.

(2) *Bulletins* d'octobre et de novembre 1904, p. 759 et 894.

vitesse allant jusqu'à 60 kilomètres en palier, et tombant à 18 kilomètres en fortes rampes; de là, l'obligation d'un diamètre assez grand des roues motrices : 1^m,500, et d'une forte adhérence. A vide, le poids adhérent est de 72 tonnes, réparti sur six essieux, ou égal au 1/3,87 de l'effort de traction théorique.

Cette machine passe facilement dans des courbes de 90 mètres de rayon. Ses principales caractéristiques numériques sont les suivantes :

Chaudière timbrée à 16 kilogrammes; capacité totale 8^{m³},02; volume d'eau avec 0^m,10 au-dessus du ciel 5^{m³},4, volume de vapeur 2^{m³},62, grille 3 mètres

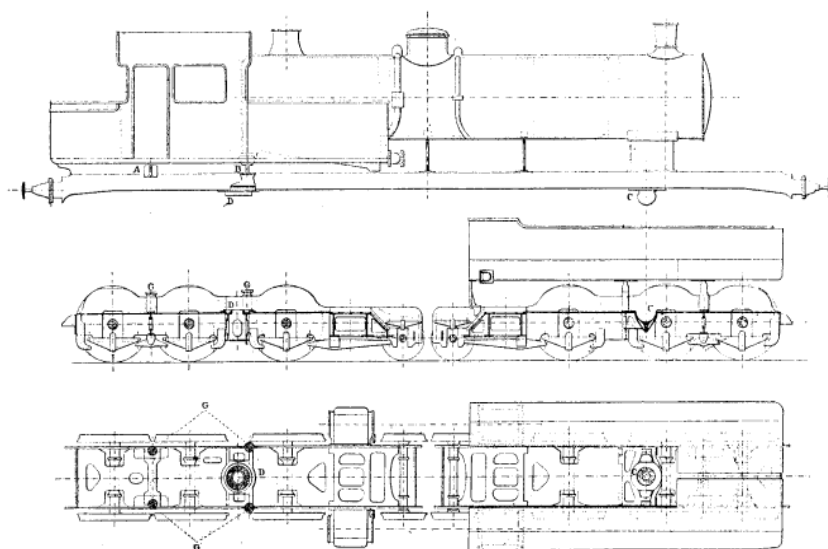


Fig. 49. — Locomotive du chemin du Nord. — Ensemble du véhicule.

carrés, chauffe du foyer 11^{m²},99, des tubes 232^{m²},56, total 244^{m²},55; nombre des tubes 130, à ailerons de 4,75 × 70 millimètres extérieur. Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique 1^m,436.

Cylindres de 400 et 630 × 680 millimètres de course.

Effort maximum théorique de traction : en compound 18 607 kilogrammes, en simple 24 000.

Capacité des caisses d'eau 12^{m³},8, de charbon 5 tonnes.

Poids de la machine en charge 102 tonnes; à vide 78.

Diamètre des roues motrices 1^m,50, porteuses 0^m,85; empatement total 12^m,60; longueur totale, 16^m,185, entre les pivots des bogies 8^m,18; pour chaque bogie, empatements : moteur 3^m,47, total 5^m,80.

attacher les tampons d'attelage. La hauteur de cette poutre est de 346 millimètres et sa largeur moyenne de 380 millimètres; elle porte, en avant, en C

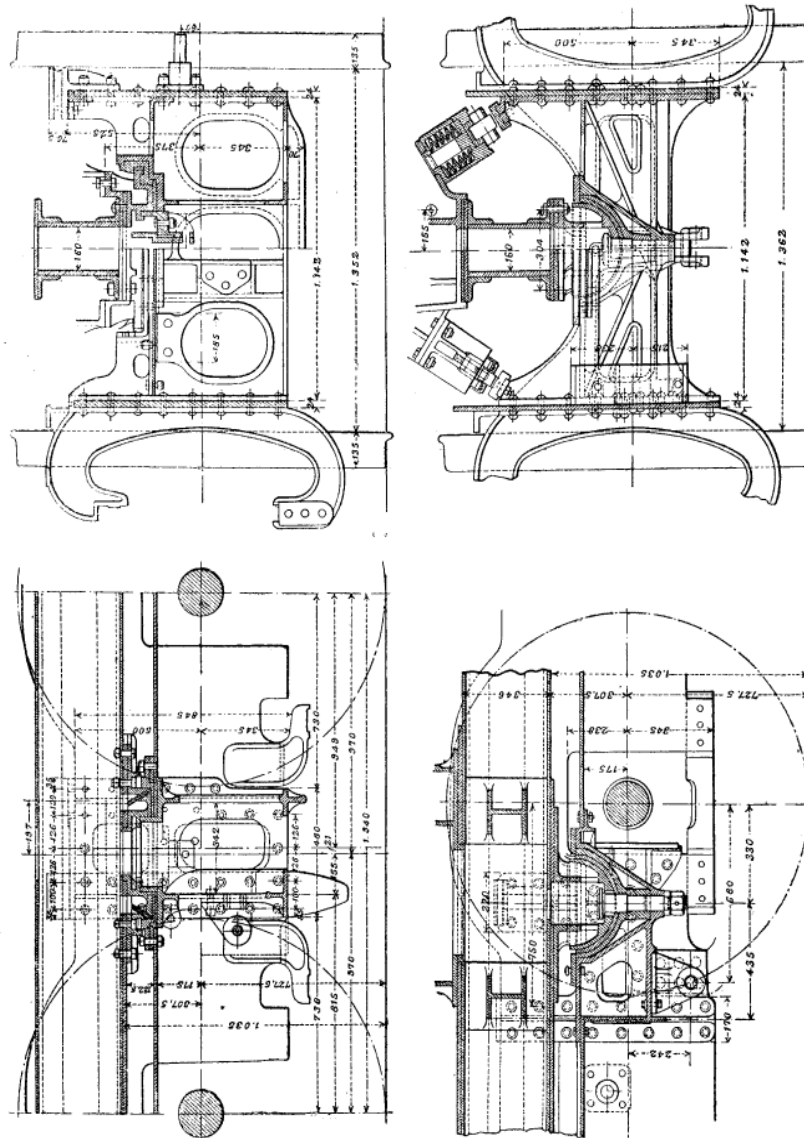


Fig. 21 et 22. — Locomotives du chemin de fer du Nord. — Pivots des bogies arrière et avant.

(fig. 19), sur la crapaudine sphérique du bogie d'avant dont le jeu latéral est limité par des butées inclinées à ressorts (fig. 22) et, en arrière, par le pivot-

plan D (fig. 20 et 21) du second bogie. La chaudière repose sur cette poutre par : en avant, une selle rivée, en acier coulé au droit de C; au milieu, deux arceaux en tôle flexibles; au foyer, deux traverses A et D, sur glissières anti-

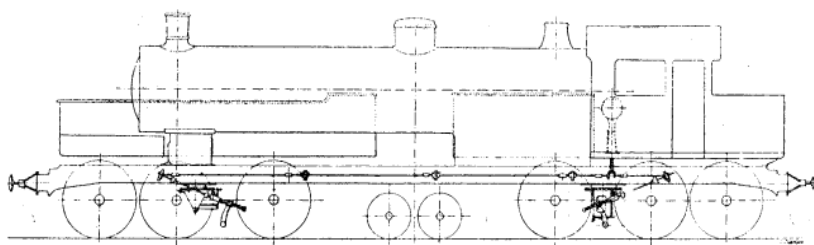


Fig. 23. — Locomotives du chemin de fer du Nord. — Ensemble des transmissions des changements de marche.

friction G. La chaudière est ainsi complètement soustraite aux réactions des cylindres moteurs.

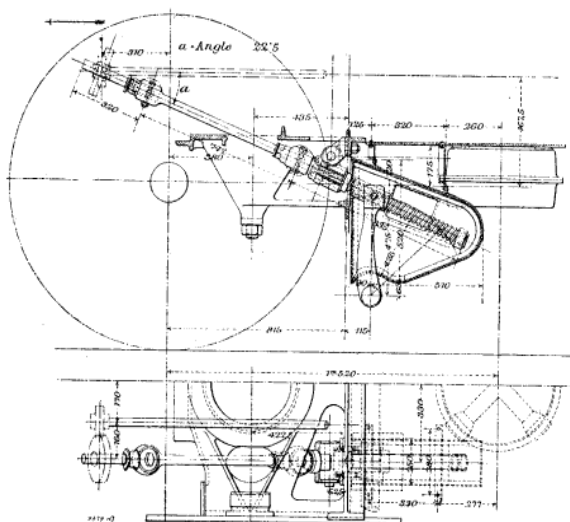


Fig. 24. — Locomotive du chemin de fer du Nord. — Commande des changements de marche.

Les bogies sont identiques, avec châssis en tôle d'acier de $24^{\text{mm}} \times 7^{\text{m}},16$, roues accouplées de $1^{\text{m}},50$ et porteuses I (fig. 17) de 850 millimètres, recevant le porte à faux des cylindres. Leurs traverses sont en acier coulé. Les cylindres, écartés transversalement de $1^{\text{m}},99$ sont disposés symétriquement, en regard, aux extrémités vis-à-vis des bogies, de manière à réduire au minimum la perte de

par (fig. 21 et 24) une vis inclinée de $22^{\circ},5$, dont l'écrou peut osciller dans la fourche du levier de commande. L'axe de cette vis est relié à celui de son pignon par un arbre à deux cardans lui permettant de suivre les déplacements du bogie, et ces pignons, enfermés dans des carters pleins d'huile fixés à la poutre centrale, sont commandés par un arbre longitudinal à paliers réglables et fixés sur la poutre. Cet arbre longitudinal, rompu près du foyer, est (fig. 25) commandé par deux jeux de pignons d'angle, l'un pour les cylindres de haute pression et l'autre pour ceux de basse pression. La transmission inclinée qui

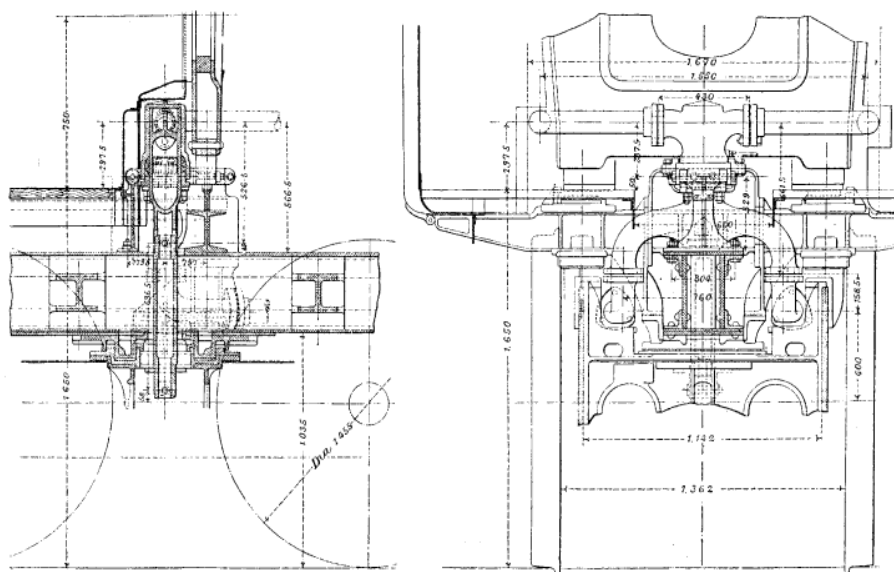


Fig. 26. — Locomotive du chemin de fer du Nord. — Tuyauterie de haute pression.

porte l'une de ces paires de pignons est composée de deux arbres faisant fourreau l'un dans l'autre, portant chacun un des pignons, et en prise, à son autre extrémité, avec les pignons correspondants d'une transmission verticale, dont les axes, également en fourreau, peuvent être rendus à volonté solidaires ou indépendants de manière à pouvoir donner des admissions de haute et de basse pression différentes. Cette transmission verticale est commandée par un volant de changement de marche à train ingénieux, mais compliqué, actionné soit à la main, soit à l'aide d'un moteur à air comprimé logé dans le corps du volant, et asservi à la poignée. Cet air comprimé est fourni à 7 kilogrammes par une petite pompe Westinghouse, avec deux réservoirs de sûreté en cas de défaut de cette pompe.

Les cylindres de haute pression reçoivent leur vapeur de (fig. 26 et 27) deux

tuyaux raccordés par un T : B, débouchant dans l'axe du pivot du bogie d'arrière, et qui se raccorde avec un second T, en A, relié à la traverse du bogie par une bride qui lui sert de glissière de dilatation. Le T B peut tourner dans A par le

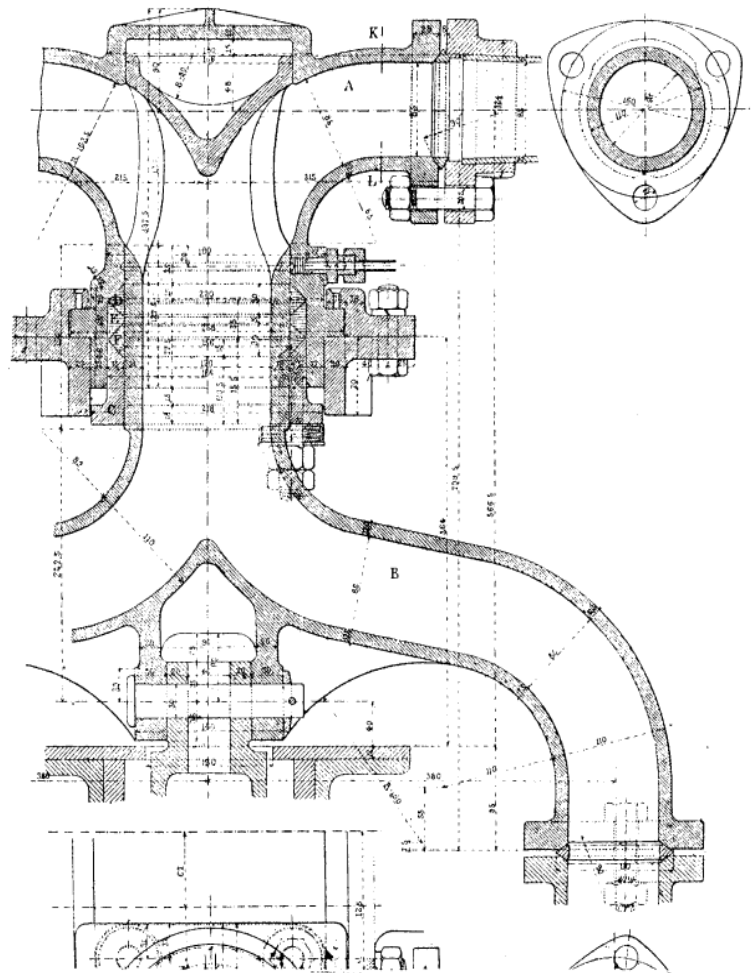


Fig. 27. — Locomotive du chemin du Nord. — Tuyauterie de haute pression.

stuffing box C, à garniture métallique DEF, et est relié par une bielle en acier moulé au bogie, dont il suit ainsi les déplacements limités, par son pivot, à des oscillations horizontales. L'échappement passe, des cylindres de haute pression à ceux de basse pression, par des tuyaux à rotules en bronze (fig. 28), avec

garnitures en métal blanc, et emmanchés l'un dans l'autre par de longs fourreaux à cannelures, dont la dernière évacue l'eau condensée par un petit tuyau. La vapeur d'échappement des grands cylindres sort par deux raccords en

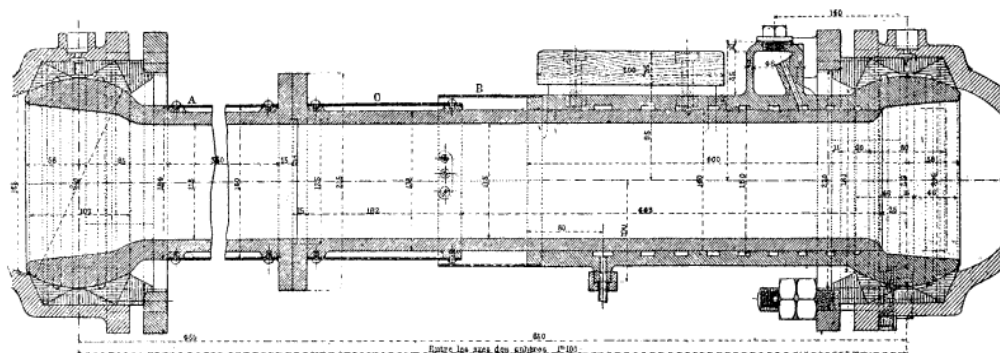


Fig. 28. — Locomotive du chemin de fer du Nord. — Tuyau d'échappement de haute pression.

bronze, fixés à ces cylindres, et qui débouchent dans deux tuyaux flexibles en caoutchouc armé et entoilé, aboutissant à la tuyère d'échappement par une culotte en bronze fixée au support d'avant de la chaudière. Ces tuyaux en

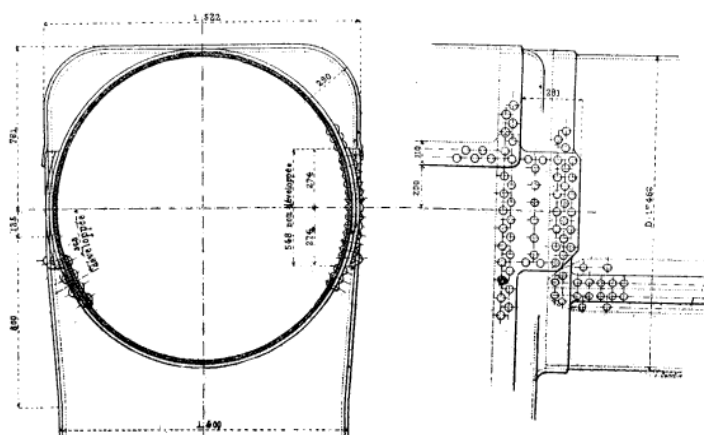


Fig. 29. — Locomotive du chemin du Nord. — Raccordement du corps cylindrique avec la boîte à feu.

caoutchouc, très simples et légers, rachètent, paraît-il, par ces qualités, l'obligation de les remplacer de temps en temps. Une conduite en cuivre fait, en outre, communiquer les boîtes à vapeur des cylindres de basse pression; elle porte, à chacune de ses extrémités une soupape réglée à 6^{kg},5, et dont la vapeur

se décharge dans les tuyaux d'échappement des grands cylindres. A cette conduite en cuivre, aboutit une tuyauterie auxiliaire, partant de la culotte d'admis-

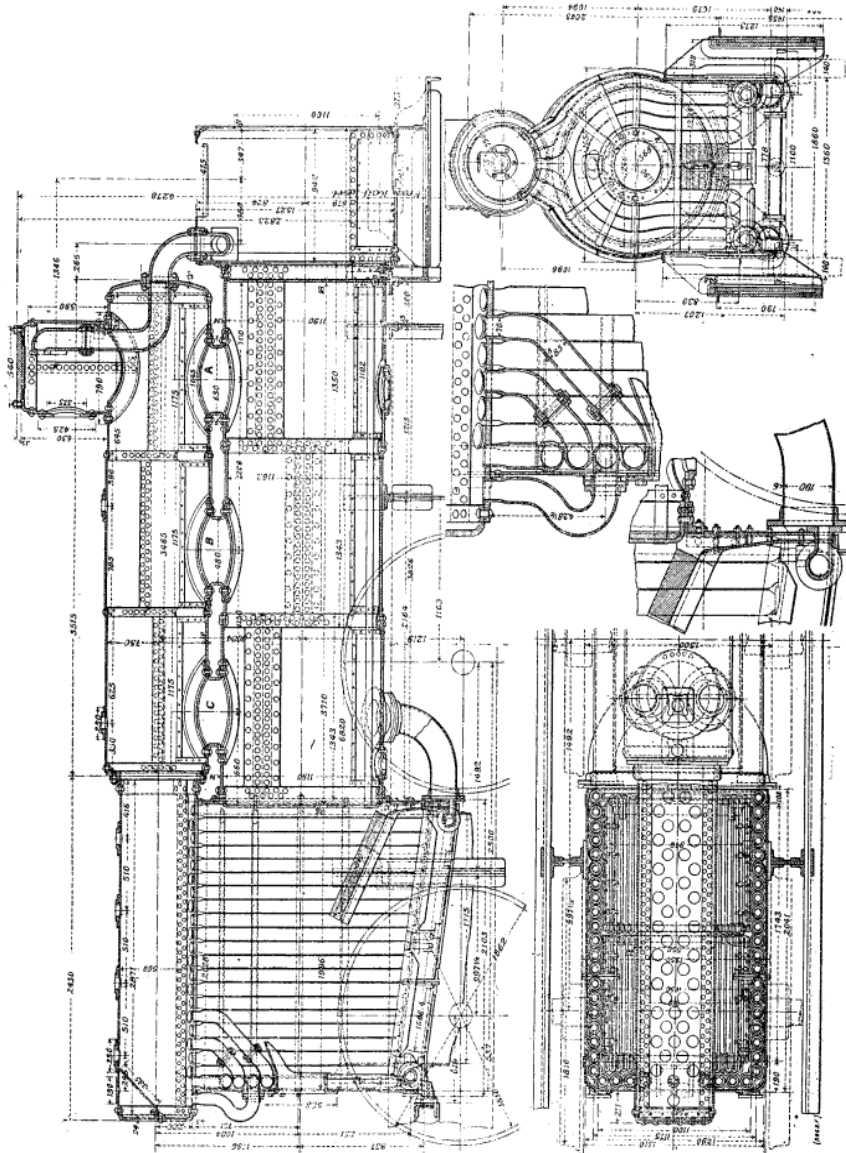


Fig. 30. — Chaudière Brolan.

sion fixée à la chaudière, et raccordée à la conduite en cuivre par un tuyau en caoutchouc armé se prêtant aux mouvements du bogie d'avant. Au démar-

rage, on admet la vapeur de haute pression à cette tuyauterie par un petit régulateur auxiliaire logé dans le dôme. Une valve interceptrice logée dans la tuyauterie de raccordement des petits aux grands cylindres, et commandée par l'air comprimé, dévie l'échappement des petits cylindres directement dans la boîte à fumée.

A signaler encore (fig. 29) le raccordement du corps cylindrique de la chaudière avec la boîte à feu par le prolongement des plaques latérales de cette boîte jusqu'à la première virole du corps, et la grande longueur de la boîte à fumée : 1^m,785, avec serrage de l'échappement réglé par un cône mobile inté-

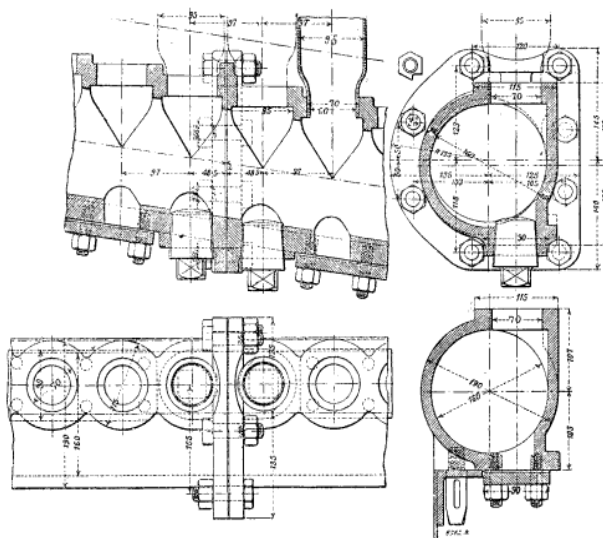


Fig. 31. — Chaudière *Brotan*. Détail du cadre du foyer.

rieur à ajutage convergent lisse suivi d'un divergent à ailettes en spirales de pas d'environ 1 mètre, assurant un meilleur brassage des gaz et de la vapeur d'échappement, donnant le même tirage que les appareils ordinaires avec une section d'échappement plus grande et une compression réduite en conséquence.

J'ai attiré, dans notre séance du 14 avril dernier, votre attention sur la remarquable *chaudière de locomotives à tube d'eau* de M. J. Robert (1), dont le succès ne s'est pas démenti depuis; je vous signalerai aujourd'hui, dans cette même idée, une chaudière exposée à Liège par la société Mannesmann, et due à M. *Brotan*, ingénieur des chemins de fer de l'État autrichien.

(1) *Bulletin* de mai, p. 664.

Cette chaudière, dont les premiers types datent de 1901 (1) est caractérisée (fig. 31) (2) principalement par la construction de son foyer à tubes d'eau en acier sans soudure de 95 millimètres de diamètre extérieur et de 5 millimètres d'épaisseur, groupés en berceau et débouchant, par le haut, dans un collecteur de vapeur de 560 millimètres de diamètre et, par le bas, dans un cadre d'eau en quatre sections d'acier coulé boulonnées par des brides et avec bossages étagés (fig. 31) pour recevoir l'extrémité restreinte des tubes à eau. L'ensemble de ce cadre est relié au bas du corps cylindrique par deux coudes en cuivre de 190 millimètres de diamètre (fig. 30). La face avant du foyer est

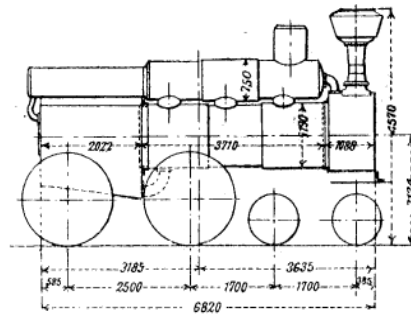


Fig. 32.

constituée par quatre tubes centrés autour de l'orifice de la porte, et reliés au dôme de vapeur par des raccords disposés : les trois premiers à l'intérieur et le dernier à l'extérieur du foyer.

Ces tubes, dont l'ingénieuse disposition est assez compliquée, sont recuits et essayés à 50 et 60 kilogrammes. Leur ensemble, qui constitue le foyer, est cerclé par des bandes de fer disposées autour de la porte (fig. 30) et latéralement, et serrées par des

écrous sur la plaque d'avant; les intervalles de 2 millimètres environ entre les tubes sont remplis par des lames de cuivre matées, qui empêchent la sortie des gaz du foyer. L'espace sous la porte du foyer, entre les tubes, est rempli par une murette en briques réfractaires, et les tubes du foyer sont entourés d'une enveloppe en tôle avec garniture calorifuge en amiante.

Le corps cylindrique renferme 205 tubes à feu, d'une surface de chauffe de $137^{\text{m}^2},50$, celle du foyer est de $11^{\text{m}^2},20$, ce qui donne un total de $148^{\text{m}^2},70$. La grille est de $1^{\text{m}^2},80$. Le foyer pèse 3600 kilogrammes et le corps 4500; au total 8400 kilogrammes, avec un volume d'eau minimum de $3^{\text{m}^3},8$ et $1^{\text{m}^3},75$ de vapeur. Timbre 12 kilogrammes.

Après un essai heureux en 1901, l'administration des chemins de fer I. R. P. décida l'application, de ce type de chaudières sur quatre locomotives en 1902, puis, en 1904, après une expérience attentive, la construction de la chaudière précédemment décrite, pour l'express à deux essieux couplés (fig. 32) qui est en service régulier depuis cette époque avec, dit-on, une économie de charbon de 20 p. 100 sur les machines semblables à chaudières ordinaires.

(1) *Revue de mécanique*, avril 1904, p. 393.

(2) *Engineering*, 1^{er} septembre 1903, p. 277.

Toutes les personnes qui s'intéressent au fonctionnement des **machines à vapeur** savent combien est considérable l'influence exercée sur leur rendement par l'action des parois de leurs cylindres et de leurs pistons. C'est par l'atténuation de cette influence que s'expliquent, en majeure partie, les heureux effets du compoundage, de la surchauffe et de la rapidité de ces moteurs; l'objet des enveloppes de vapeur est aussi de diminuer cette influence, et c'est précisément dans le but d'étendre au piston même le bénéfice de l'enveloppe, que M. *François*, ingénieur de la société Cockerill, a étudié l'ingénieuse disposition suivante, dont j'emprunte la description à un mémoire de l'inventeur même, publié dans la *Revue universelle des mines et de la métallurgie* de juillet 1905.

Le cylindre (fig. 33) est composé en réalité de deux cylindres isolés *cc'*, qui sont réunis par la chemise extérieure et qui laissent entre eux un intervalle en communication constante avec l'enveloppe. Dans chacun de ces cylindres se meut un piston. Les deux pistons sont

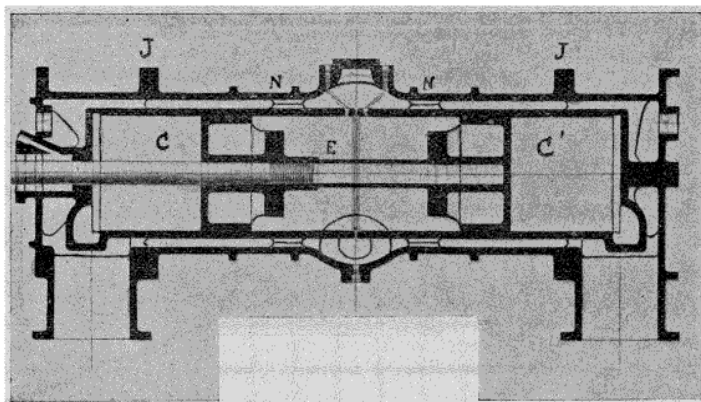


Fig. 33. — Machine à vapeur *François*. Coupe verticale du cylindre.

portés sur une même tige qui les maintient à une distance invariable, et constituent donc, en réalité, un seul piston creux d'une longueur un peu supérieure à la course, et qui est constamment rempli de vapeur à la température et à la pression de l'enveloppe dont sa cavité fait ainsi partie. Cette disposition allonge la machine et lui donne un aspect un peu spécial, mais auquel on s'habitue facilement. L'augmentation de la longueur totale du cylindre n'est du reste que de 50 p. 100. Outre l'avantage de réchauffer efficacement le piston, cette disposition permet de réchauffer directement les parois cylindriques internes du cylindre.

L'effet de ce réchauffement est encore augmenté par le fait que les pistons tiennent constamment en mouvement la vapeur servant à ce réchauffement et expulsent à chaque coup l'eau ruisselant sur les parois. Enfin, elle permet la libre dilatation de chaque partie du cylindre sans exiger de joints intérieurs. L'assemblage est obtenu par un joint extérieur *J*, et le cylindre est assujéti dans l'enveloppe par des nervures *N*, qui assurent l'exactitude et la rigidité de la construction, tout en permettant la dilatation. Le mode d'assemblage des deux pistons a du reste été étudié de façon à prévenir le desserrage et soustrait la tige aux réactions qui s'exercent intérieurement sur les deux faces du piston. Pour cela, l'un des pistons *C'*

est calé sur la tige; celle-ci est vissée dans une entretoise tubulaire E qui est boulonnée aux deux pistons.

La distribution a également été établie sur un plan nouveau permettant de fortes tensions et de grandes vitesses et réduisant autant que possible l'espace mort en volume et en surface. La figure 34 donne la coupe du cylindre et la disposition des organes distributeurs. Ceux-ci, placés sur les fonds mêmes du cylindre, sont au nombre de deux. Ils appartiennent au système des tiroirs doubles dont les types sont les distributeurs Meyer et Farcot. Le cylindre porte à chacune de ses extrémités une chapelle C (fig. 34) en relation à ses deux bouts avec l'enveloppe, et recevant par conséquent constamment la vapeur vive. Dans cette chapelle, se trouve un fourreau E, percé de deux ouvertures, l'une *a*, qui répond à une large lumière cor

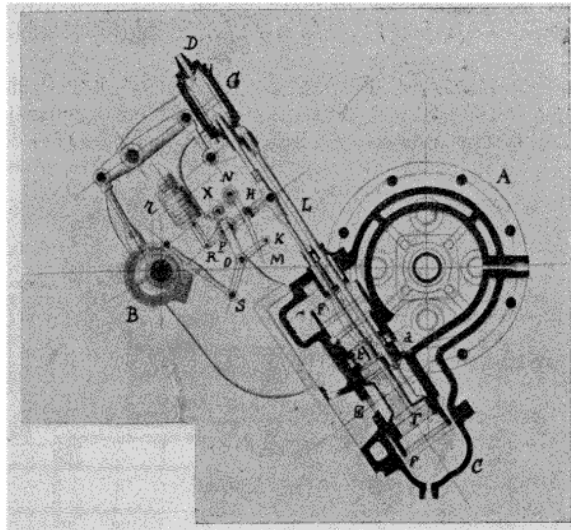


Fig. 34. — Machine à vapeur François. Coupe du cylindre et de la distribution.

pratiquée dans la paroi du cylindre, l'autre E, qui est en relation avec la conduite de décharge. C'est dans ce fourreau que se meut le tiroir cylindrique T, percé également d'une lumière de même hauteur que *a* et interrompu par un rétrécissement qui crée sur une certaine longueur une cavité en relation avec la lumière d'émission E. Le mouvement du tiroir est déterminé par des leviers que commande l'excentrique B, calé sur un arbre auxiliaire parallèle à l'axe du cylindre. En descendant, le tiroir place sa lumière en face de celle du fourreau et détermine l'admission de la vapeur, qui afflue à l'intérieur du tiroir par les deux extrémités. En remontant, il établit au contraire la communication entre le cylindre et la tuyauterie de décharge, où la vapeur se rend en contournant la partie rétrécie de ce tiroir. A l'intérieur du tiroir équilibré T, se trouve un tiroir également cylindrique *t*, faisant l'office de plaque de détente. Sa tige K, parallèle à la tige L du tiroir, porte à son extrémité supérieure un piston glissant dans une boîte D, qui fait partie de la tige L, et qui est guidée dans un fourreau fixe G. Pendant l'ascension du tiroir, la plaque *t* le suit, parce que son piston porte sur le fond de la boîte D. Dans cette position, la plaque *t* ferme la lumière du tiroir T. A cette tige K, s'articule un levier H, portant un toc qui vient en remontant enclancher avec la saillie d'un levier M. Ce dernier immobilise la tige K et, par suite, le tiroir de détente pendant la descente du tiroir T, jusqu'à ce qu'une pièce de butée I, oscillant autour de l'axe P sous l'influence d'une bielle commandée par un point du collier de l'excentrique B, vienne en

s'appuyant sur M dégager le tiroir de détente. Celui-ci est donc resté immobile pendant que D continuait à descendre, et son piston a comprimé un ressort qui se trouve à l'intérieur de D. Aussitôt que *t* est devenu libre, ce ressort se détend et projette vers le bas la plaque de détente, qui vient fermer la lumière et supprimer l'admission.

La pièce M, pressée vers le bas par la descente de la tige K, peut au surplus suivre cette dernière pendant un certain temps en comprimant par l'intermédiaire d'un levier coudé NPR, un ressort placé dans le dashpot *r*. Cette disposition a pour but de rapprocher le tiroir de détente de la lumière et, par conséquent, de diminuer autant que possible le parcours qu'il doit effectuer pour fermer l'admission.

La distribution peut ainsi se prêter à une grande vitesse de la machine. En effet, le déplacement du tiroir principal est bien lié au mouvement de celle-ci, mais la chute du tiroir de détente dépend de l'élasticité du ressort et, par conséquent, sa durée est à peu près constante. Il importe donc que cette durée soit réduite au minimum pour que l'effet du tiroir de détente ne soit pas altéré ou même inutilisé dans les grandes vitesses; pour cela il faut que la course à effectuer par ce tiroir soit la plus petite possible.

Pour permettre les admissions très courtes, on est même obligé de donner une certaine avance au déclenchement, c'est-à-dire de déclencher le tiroir de détente un peu avant le commencement de la course rétrograde du piston. En résumé, le moment d'ouverture de l'admission dépend du tiroir principal T, et le rôle du tiroir de détente *t* se borne à effectuer la fermeture de cette admission. Cette disposition a l'avantage de permettre des admissions très variables en maintenant une hauteur de chute du tiroir de détente à peu près constante.

D'autre part, la position de la pièce OI par rapport au levier OS et par suite à l'excentrique peut être modifiée par un levier à fourche OX, dont le régulateur règle la position au moyen d'une manivelle calée sur l'axe P. C'est cet axe que le manchon du régulateur fait tourner de façon à modifier le moment du déclenchement et, par conséquent, la durée de l'admission.

Ce mécanisme permet de faire varier les admissions de 0 à 60 p. 100 en conservant à la machine une vitesse dépassant 120 tours par minute.

Un dispositif identique est appliqué au grand cylindre lorsqu'on désire rendre la détente variable par le régulateur aux deux cylindres.

On remarquera que la forme donnée à la paroi du cylindre permet l'expulsion facile de l'eau qui pourrait se trouver dans celui-ci à la fin de la détente. La forme du fond de la chapelle, complétée par l'installation d'un purgeur automatique en *p*, évite l'entraînement dans le cylindre de l'eau condensée dans l'enveloppe. La disposition du fourreau F à la partie supérieure de la chapelle concourt au même but.

Une machine de ce type, compound, à cylindres de 375 et 630×750 de course, marchant à 122 tours et développant une puissance de 188,7 chevaux indiqués, dont 107 au petit cylindre, avec une pression d'admission de 9^{kg},20 et un vide de 700 au condenseur, en admission moyenne de 15,7 p. 100, a dépensé, sans surchauffe, environ 5^{kg},10 d'eau par cheval-heure indiqué, résultat équivalent à celui des machines à haute surchauffe et des plus remarquables. Ce succès doit être attribué non seulement au chauffage du piston, mais aussi à la petitesse des espaces nuisibles, à l'absence de laminage de la vapeur par la distribution et à la vitesse relativement élevée du piston.

Je vous ai déjà entretenus, à plusieurs reprises (1) des **machines d'extraction électriques**. Cette application de l'électricité, des plus importantes, et

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 1001 et 1008.

qui mérite à tous égards de vous être exposée soit dans une conférence, soit dans un mémoire de notre *Bulletin*, fait chaque jour de nouveaux progrès, surtout en Allemagne, mais aussi en Belgique et en France, où l'on peut signaler, outre l'installation de Ligny-les-Aires, décrite dans notre *Bulletin* de décembre 1904 (1) celle de la fosse n° 10 des mines de Lens, extrayant 800 kilogrammes de charbon par cordée, et qui emprunte sa puissance à un moteur à gaz pauvre utilisant les déchets de charbon.

L'installation toute récente de la Société des charbonnages du Hasard, au siège de Fléron (Belgique), est aussi des plus remarquables par l'interposition, entre la dynamo réceptrice qui commande la bobine d'extraction et le transformateur-moteur qui lui envoie son courant, d'une dynamo auxiliaire en série, avec volant. Ce volant, qui tourne toujours, emmagasine, pendant les arrêts du moteur d'extraction, sous forme de force vive de rotation, une énergie considérable, qu'il restitue au moteur d'extraction pendant la montée des charges sous la forme d'un courant moteur envoyé alors par la dynamo-volant, qui fonctionne ainsi alternativement comme réceptrice, absorbant du courant pendant les arrêts, puis comme génératrice, restituant ce courant, pendant les cordées. La charge, de 2 000 kilogrammes, est enlevée, de la profondeur de 313 mètres, à la vitesse de 4^m,30 par seconde, par un câble dont les rayons d'enroulement varient de 2^m,27 à 1^m,38 et dont le moment maximum est de 2,36 fois le moment moyen. La puissance moyenne, ou de régime, est de 200 chevaux, égale à la puissance absorbée, sensiblement constante à toutes les vitesses comprises entre les extrêmes de 2^m,74 et 5 mètres par seconde. Le volant régulateur, en acier, pèse 3 200 kilogrammes, et sa vitesse varie de 720 tours par minute, correspondant à une vitesse périphérique de 60 mètres par seconde à la jante, à 300 tours. Il peut débiter, en passant de la grande à la petite vitesse, un travail de 440 000 kilogrammètres, capable d'absorber la puissance de la génératrice (150 chevaux) à toute vitesse entre 600 et 300 tours. Le courant est fourni au transformateur-moteur par une triphasée à 2 000 volts, située à 1 800 mètres du puits; ce courant se transforme, à la génératrice du siège, en un continu normal de 700 ampères sous 157 volts, pour une puissance de 150 chevaux. La dépense d'électricité varie de 1,36 kilowatt-heure par cheval-heure, en charbon élevé, à l'allure de 80 chevaux utiles, à 1 kilowatt-heure 30 à l'allure de 93,5 chevaux, soit une dépense de charbon, aux chaudières, d'environ 15 kilogrammes,6 par cheval-heure utile. En réalité, avec une extraction de 200 tonnes seulement par jour, la dépense journalière est de 2 kilowatts-heure, 15 par cheval-heure utile, ou de 168 200 kilowatts-heure par année de 300 jours, tandis qu'avec une extraction de 800 tonnes par jour, ou quatre fois

(1) *Bulletin* de décembre 1904, p. 982.

plus forte, cette dépense ne monterait qu'à 436 000 kilowatts-heure, ou à 2,6 fois la dépense correspondant à l'extraction de 200 tonnes.

Cette installation de Fléron, établie par la « Compagnie Internationale d'électricité » de Liège, sur les données de M. L. Créplet, fonctionne avec succès depuis le mois de février de cette année (1).

La faveur avec laquelle les machines d'extraction électriques ont été accueillies, presque dès leur origine, n'a rien qui doive surprendre, car elles présentent des avantages de principe très remarquables. Leur fonctionnement est beaucoup plus régulier que celui des machines à vapeur en raison de la constante de leur mouvement moteur débarrassé des variations périodiques ou cycliques inévitables avec les moteurs à piston, et qui se manifestent par des fouettements du câble, désagréables, fatigants et même parfois dangereux. Leur vitesse se règle tout aussi facilement, avec plus de souplesse, et sur une bien plus grande étendue; la commande des différentes manœuvres se fait par des leviers et des manettes d'un maniement des plus aisés et simples. L'élasticité des moteurs électriques est aussi bien plus grande, on peut facilement en tripler la puissance normale sans aucun danger. Les frais d'établissement sont sensiblement les mêmes que pour les machines à vapeur, mais leur installation au siège est bien moins encombrante et la faculté d'utiliser, à la station centrale d'électricité qui les commande ainsi que les autres installations électriques de la mine, toute espèce de combustible, y compris les gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke, permet d'en rendre la dépense en combustible notablement inférieure à celle des machines à vapeur (2).

(1) Créplet, « L'électricité appliqué à l'extraction, » *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, août 1903, p. 111.

(2) Habets, « Electric Winding Machines » *Engineering*, 30 juin et 7 juillet 1905 et « La machine d'extraction électrique du siège Saint-Nicolas, » *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, juillet 1903, p. 36. Voir aussi les articles de MM. Bucherer et Habets sur « les machines d'extraction électriques à l'exposition de Dusseldorf, dans le *Bulletin de l'Industrie minière*, II, 1903, p. 233 et la *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie* de janvier 1903 et juin 1904 et, dans cette même *Revue* (1903 et 1904) l'« Étude théorique et expérimentale de la machine d'extraction » de M. R. A. Henry.

ARTS CHIMIQUES

EXPOSÉ DES RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES DES PEINTURES AU BLANC DE CÉRUSE ET AU BLANC DE ZINC, exécutées à l'annexe de l'Institut Pasteur (1).

Réunion du 11 octobre 1903. Procès-verbal des constatations.

Étaient présents :

Pour la Société de Médecine publique et de génie sanitaire : MM. le Dr Lemoine, le Dr L. Martin, Livache, Vaillant, Expert-Besançon, Dutheil;

Pour la Chambre syndicale des entrepreneurs de peinture : MM. Mauger, Diolé, Lefèvre, Rigolot.

Examen du mur pignon :

Les deux échantillons, céruse et zinc, faits sur la partie gauche, à l'huile trois couches, se comportent de la même façon.

Échantillons faits sur enduits gras, à l'huile deux couches : celui fait à la céruse commence à se dégrader d'une façon bien apparente; celui fait au blanc de zinc continue à se dégrader d'une façon notable.

Des photographies, que M. Expert-Besançon voudra bien tirer de ces panneaux, seront jointes au procès-verbal.

A l'intérieur du grenier :

Les deux échantillons céruse et zinc se comportent également bien.

Persiennes en fer :

Sur la persienne de droite; peinte au blanc de zinc, la teinte paraît actuellement un peu moins bien couvrir que sur celle de gauche, peinte à la céruse.

Trois panneaux en tôle en soubassement de la porte :

Ces trois panneaux continuent à se comporter également bien, celui au minium de céruse comme ceux au blanc de zinc.

Deux portes en bois : Sur les deux portes, les échantillons de peinture sur enduit maigre se tiennent de façon à peu près égale; mais, sur celui à la céruse, il y a quelques parties de peinture qui s'écaillent au droit des joints de la boiserie.

Pour la Commission :

Le rapporteur,

H. RIGOLOT.

(1) Rapport présenté à la séance du 25 octobre 1903 de la *Société de médecine publique et de génie sanitaire*. — Voir le détail des expériences dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement, 1902 (2^e semestre), p. 690, le premier rapport annuel, 1903 (2^e semestre), p. 661 et le deuxième rapport annuel, 1904 (2^e semestre), p. 814.

NOTES DE CHIMIE

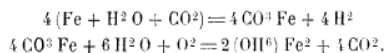
Par M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — La rouille du fer, sa production, sa prévention, par M. W.-R. Dunstan. — Sur le noir d'acétylène. — La réversibilité du développement photographique et l'action retardataire des bromures. — Sur la fabrication des papiers d'art. — Le Laboratoire des essais à l'Hôtel des Monnaies et Médailles de Paris. — Sur l'utilisation de l'azote de l'air. — Sur la combustion de l'acétylène. — Le dosage du tannin au moyen de la strychnine.

SUR LA ROUILLE DU FER,

par MM. W. R. Dunstan, H. A. Dickinson Jowett et E. Goulding (1)

La rouille du fer a été regardée d'abord comme un simple procédé d'oxydation (Gmelin, Handbook of chemistry, V, p. 185). L'explication admise généralement aujourd'hui repose sur les expériences de Grace Calvert (Manchester. Litt. Phil. Memoirs, 1871, V, p. 104), que Crum Brown a interprétées dans le *Journal of the Iron and Steel Institute*, 1888, p. 129. On suppose que le fer se change en rouille par suite d'une action combinée de l'oxygène et de l'acide carbonique qui se trouvent dans l'air, en présence de l'humidité; il se forme d'abord du carbonate ou du bicarbonate de fer, que l'action prolongée de l'oxygène de l'air convertit peu à peu en hydroxyde ferrique, qui est la rouille. Crum Brown a résumé ces changements successifs du fer dans les deux équations :



On comprend que, dans ces idées, les alcalis aient été proposés comme agents préventifs de la rouille du fer, puisqu'ils ont la propriété d'absorber l'acide carbonique, en l'absence duquel la rouille était regardée comme incapable de se produire.

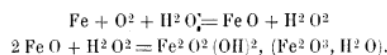
Les résultats d'expériences poursuivies dans le but d'expliquer la corrosion rapide des tuyaux de fer et de plomb pour la conduite des eaux, conduisit l'un de nous à conclure que la nature des changements chimiques qui se produisent dans l'oxydation à l'air des métaux, n'était pas complètement expliquée par la théorie en cours; c'est alors que furent entreprises les présentes recherches.

Il a été prouvé que l'oxydation à l'air du fer peut prendre naissance en l'absence d'acide carbonique, et dès lors une autre explication doit être donnée de l'action préventive des alcalis.

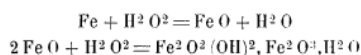
Une série d'expériences fut entreprise dans ce but; elles eurent comme résultat que la production de la rouille pouvait se relier à la formation de peroxyde d'hydrogène. Quoique le peroxyde d'hydrogène n'ait pu être mis en évidence pendant la for-

(1) *J. of the chemical Society*, 1905, p. 1548 et suiv.

mation de la rouille, ce composé se produit probablement dans une phase intermédiaire. Les réactions chimiques peuvent être représentées par les équations suivantes :



L'excès de peroxyde d'hydrogène réagit immédiatement sur le fer, et donne lieu à une nouvelle quantité de rouille :



A l'appui de ces conclusions, il a été prouvé par une série d'expériences, que beaucoup de substances solubles qui décomposent le peroxyde d'hydrogène et l'empêchent d'exister, empêchent aussi la rouille du fer. L'analyse d'un certain nombre d'échantillons de rouille de fer a montré que sa composition peut être représentée par la formule $\text{Fe}^2 \text{O}^2 (\text{OH})^2$. La conclusion qu'il se forme bien du peroxyde d'hydrogène au cours de la production de rouille reçoit un grand appui des cas nombreux et évidents, dus à de nombreux observateurs, où il se forme aussi du peroxyde d'hydrogène dans les oxydations spontanées sous l'action de l'oxygène de l'air.

La formation de peroxyde d'hydrogène apparaît donc comme un fait chimiquement nécessaire, dans la production de la rouille. En conséquence, la nature de cette production exige une nouvelle investigation. La production du peroxyde d'hydrogène dans les différentes oxydations a été exposée, notamment par Hoppe-Seyler au point de vue physiologique; il suppose que l'oxydation de la substance se fait au moyen d'un des atomes de la molécule d'oxygène, tandis que l'autre atome se combine à une molécule d'eau pour former du peroxyde d'hydrogène. Ainsi dans le cas du fer, la réaction serait : $\text{Fe} + \text{O}^2 + \text{H}^2 \text{O} = \text{FeO} + \text{H}^2 \text{O}^2$.

D'autre part, Traube a supposé que l'oxygène est pris, non de la molécule d'oxygène, mais d'une molécule d'eau, l'hydrogène libéré se combinant avec une molécule d'oxygène pour former du peroxyde d'hydrogène. Ainsi dans le cas du fer : $\text{Fe} + \text{OH}^2 + \text{O}^2 = \text{FeO} + \text{H}^2 \text{O}^2$. Les vues de Traube renferment la thèse que le peroxyde d'hydrogène n'est pas de l'eau oxydée, mais de l'oxygène hydrogéné, et à l'appui de cette conception il a apporté un grand nombre de faits.

Les deux modes possibles de formation de peroxyde d'hydrogène ont été étudiés dans leurs rapports avec la formation de la rouille. Les expériences mettent en évidence la thèse de la décomposition de l'eau, contre la thèse que l'oxygène soit emprunté directement à l'oxygène dissous. Il en résulte la conclusion que l'eau est décomposée par le fer, et que l'hydrogène libéré donne du peroxyde d'hydrogène avec l'oxygène provenant d'une molécule dissociée.

Si l'existence du peroxyde d'hydrogène est empêchée par l'introduction d'une substance soluble capable de le détruire, il n'y a que peu ou pas de réaction à la température ordinaire entre le fer et l'eau. L'oxydation apparaît alors comme une partie d'un cycle défini d'actions chimiques, dont l'énergie est partiellement fournie par la combinaison de l'hydrogène formé.

Il a été trouvé que la rouille peut se produire en l'absence d'oxygène libre, pourvu que certains agents soit présents, avec lesquels l'hydrogène de l'eau puisse réagir.

Une autre explication possible de la formation du peroxyde d'hydrogène dans la production de la rouille doit être notée ici. On a souvent émis l'idée que le peroxyde

d'hydrogène peut être formé par l'oxygène dissous dans l'eau, principalement sous l'influence de la lumière. Si cela était prouvé, la formation de peroxyde d'hydrogène par oxydation directe de l'eau serait établie du coup, et une explication extrêmement simple serait apportée au phénomène de l'oxydation du fer. Mais il n'est pas bien évident que le peroxyde d'hydrogène puisse se produire dans une solution aqueuse d'oxygène, tandis que la production de la rouille commence et se poursuit sans interruption dans l'obscurité.

Whitney a essayé d'appliquer la théorie de la dissociation électrolytique à l'explication de la formation de la rouille du fer. (*J. amer. Chem. S.*, 1903, t. 25, p. 394.)

L'eau, supposée dissociée en ses ions, hydrogène et oxhydryle, serait capable de dissoudre de petites quantités de fer métallique, vu la formation d'un circuit électrique où le fer est l'élément positif et l'hydrogène l'élément négatif. Si c'est bien le cas, la formation de la rouille serait expliquée; l'hydrate ferreux formé tout d'abord absorberait l'oxygène de l'air. Les substances, telles que les sels alcalins, agiraient pour prévenir la rouille, en empêchant l'accumulation des ions hydrogène, tandis que les acides et certains autres sels, qui activent la formation de rouille, détermineraient l'accumulation des ions hydrogène. Quand la concentration de l'hydrogène a atteint un certain maximum, l'hydrogène, suivant Whitney, se dégage. Mais cela est contraire aux faits, car il n'y a pas d'hydrogène mis en liberté pendant la formation de la rouille, dans les circonstances ordinaires. Des expériences, exécutées avec soin, n'ont apporté aucune confirmation au dire de Whitney que le fer se dissout tant soit peu dans l'eau; et par ailleurs cette théorie n'apporte aucune explication du fait, établi au cours de ces investigations, que des substances autres que les sels alcalins, tels que l'acide chromique et le bichromate de potassium, empêchent la rouille du fer.

Dans le but de réunir des informations précises sur la nature du processus chimique qui donne naissance à la rouille, des expériences ont été exécutées avec des matières premières d'une grande pureté. Les impuretés contenues dans le fer ont une influence considérable sur la vitesse de formation de la rouille. Ce sujet a été discuté par l'un de nous, à propos de la corrosion de l'acier, devant le Steel Rails Committee of the Board of Trade, 1900.

Le rôle joué par l'acide carbonique dans l'oxydation du fer à l'air, doit être regardée comme accessoire et non essentielle. La présence de l'acide carbonique accélère la production de la rouille; il se forme un carbonate, qui dépend de la proportion d'acide carbonique présent. Puisque ce carbonate se décompose graduellement sous l'action ultérieure de l'eau et de l'oxygène, on n'en trouve plus qu'une faible proportion dans la rouille qui a été longtemps exposée à l'air. Comme l'acide carbonique d'abord fixé, se dégage ensuite pendant la décomposition du carbonate, il est plus que douteux qu'une faible quantité puisse produire une accélération considérable du rouillage. Il est donc évident que dans les conditions simples, la rouille du fer ne dépend pas de la présence de l'acide carbonique, mais qu'elle est simplement dépendance d'une réaction entre le fer et l'oxygène, en présence d'eau.

Les recherches ont été étendues à d'autres métaux. La conclusion générale est que l'oxydation atmosphérique de tous les métaux semble réglée par le même processus que celle du fer. Dans un grand nombre de cas, comme ceux du plomb et du zinc, la présence du peroxyde d'hydrogène peut être mise en évidence, pendant le cours de cette action, et il est prouvé que la réaction est arrêtée par les mêmes agents qui empêchent l'oxydation atmosphérique du fer.

Dans la rouille du fer impur, trois facteurs peuvent être mis en cause, à savoir : 1° une oxydation directe par l'action sur le fer de l'oxygène en présence de l'eau liquide ; 2° l'action de l'acide carbonique atmosphérique ; et 3° l'action électrolytique engendrée par les impuretés. Chacun de ces facteurs a été étudié séparément et discuté par les auteurs.

Ils ont étudié d'abord l'action des gaz secs et humides sur le fer. Ils concluent que la rouille du fer ne se produit pas dans les gaz secs. Si les gaz sont humides, il ne se produit pas de rouille dans l'oxygène, ou dans un mélange d'oxyde et d'acide carbonique, tant que la température est constante. Mais à la moindre fluctuation de température, de l'eau se condense sur la surface du fer et la rouille se forme. La présence d'eau à l'état liquide est regardée comme nécessaire à la formation de la rouille.

L'attention a été appelée pour la première fois sur ce point par Crum Brown.

Ils ont étudié ensuite l'action de l'oxygène et de l'eau à l'état liquide sur le fer, puis l'action de l'eau seule sur le fer. Ils ont trouvé que le fer se rouille en présence de l'oxygène et de l'eau sans l'aide de l'acide carbonique, et il en résulte que l'action préventive des alcalis sur la formation de la rouille, doit trouver une autre explication que celle de l'avidité de ces corps pour l'acide carbonique.

Ils ont alors étudié l'effet des sels et autres substances sur la formation de la rouille. Et ils ont trouvé dans leurs expériences que les solutions des composés suivants empêchent l'oxydation du fer au point que celui-ci reste inattaqué même après plusieurs années. Ce sont les carbonates de sodium, de potassium, d'ammonium ; l'ammoniaque, l'hydrate de chaux, le borax, le phosphate disodique, le nitrite de soude, le ferrocyanure de potassium et le bichromate de potassium. La formation de la rouille n'est pas empêchée, quand la solution est étendue.

Si l'on recouvre le fer de noir de platine, de bioxyde de manganèse, d'hydroxyde de plomb, ou de noir animal, l'oxydation n'a lieu que très lentement, ou même elle est arrêtée complètement. En présence de carbonate de calcium, la rouille se forme facilement. La quantité de rouille qui est produite lorsqu'on emploie des corps insolubles dépend partiellement de la grandeur de la surface mécaniquement protégée et de la nature du protecteur solide.

Une solution concentrée de bicarbonate de sodium (5 à 10 p. 100) empêche la production de la rouille ; mais en solutions diluées (1 p. 100, au moins) le fer se couvre d'une pellicule brune.

Les solutions des sels suivants n'empêchent pas la corrosion du fer. Ce sont : chlorure de sodium, chlorate de potassium, sulfate ferreux, nitrate de potassium, ferrocyanure de potassium, et sulfate de sodium. Dans le cas du nitrate de potassium, l'action est quelque peu retardée, la proportion d'oxyde formé étant moindre que celle formée quand le fer est traité par l'eau et l'oxygène seuls. L'explication de cette action retardatrice est donnée par l'observation subséquente, que du nitrite de potassium, sel qui empêche la rouille, se produit au contact du fer et du nitrate de potassium.

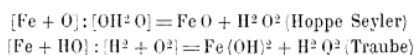
Il résulte de ces expériences que les actions chimiques qui produisent la rouille supposent la formation de peroxyde d'hydrogène. Vient à l'appui, le fait que la rouille ne se forme que s'il y a en présence de l'eau à l'état liquide, condition qui est favorable, sinon essentielle, à la formation de peroxyde d'hydrogène ; vient aussi à l'appui le fait que les substances, telles que les alcalis, les sels alcalins, le bichromate de potasse, qui empêchent la rouille de prendre naissance, sont aussi celles qui peuvent décomposer une solution de peroxyde d'hydrogène et par conséquent sont incompatibles

avec son existence. Par ailleurs, les sels qui sont incapables de décomposer le peroxyde d'hydrogène, n'empêchent pas la rouille du fer.

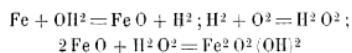
Les auteurs ont ensuite essayé d'élucider le rôle joué par le peroxyde d'hydrogène; en particulier, ils ont étudié la formation du peroxyde d'hydrogène pendant l'oxydation des métaux; puis l'oxydation à l'air des métaux en général.

Ils ont trouvé que les métaux qui rouillent à l'air sont aussi ceux que le peroxyde d'hydrogène oxyde, tandis que les métaux qui ne subissent pas cette oxydation ne rouillent pas à l'air. Les métaux suivants s'oxydent à l'air: fer, zinc, cadmium, plomb, aluminium et bismuth. Les métaux suivants, le cuivre, le platine, l'argent, l'or, le nickel et l'antimoine, ne se rouillent pas à l'air d'une façon appréciable, pas plus qu'ils ne réagissent avec le peroxyde d'hydrogène pour donner un hydroxyde métallique. La rouille de tous les métaux de la première classe est toujours arrêtée par les substances qui déterminent la décomposition du peroxyde d'hydrogène. Par exemple, si l'on place du zinc dans l'eau renfermant de l'oxygène dissous, la corrosion est empêchée par la présence du carbonate de sodium, d'hydrate de chaux, du borax, de l'ammoniaque, du bichromate de potasse, tandis que le chlorure de sodium n'empêche pas l'oxydation.

Les auteurs terminent en posant la théorie générale de la rouille. Des différentes hypothèses émises pour expliquer la formation du peroxyde d'hydrogène dans l'oxydation à l'air ou « autoxydation », les plus plausibles sont celles de Hoppe-Seyler et Moritz Traube. Ces hypothèses sont contenues dans les équations suivantes :



D'après les auteurs, la présence de l'eau à l'état liquide est essentielle pour que la rouille se produise; de l'action du fer sur l'eau, il résulte de l'hydrogène qui donne naissance à du peroxyde d'hydrogène, ce dernier réagit sur l'oxyde ferreux formé tout d'abord et donne l'oxyde ferrique connu sous le nom de rouille, d'après les équations :



Ce mémoire si intéressant se termine par des analyses de rouille, par l'étude de la réaction qui se produit entre le fer et l'eau à hautes températures, enfin par l'étude de l'influence que l'acide carbonique exerce sur la production de la rouille.

La composition de la rouille du fer varie avec la pureté du fer qui lui a donné naissance, et avec les conditions dans lesquelles elle s'est produite. Elle contient une petite quantité, très variable d'ailleurs, d'oxydure, et est habituellement magnétique.

La corrosion du fer par l'eau à températures élevées a lieu avec dégagement d'hydrogène; le carbonate de sodium n'agit plus préventivement. Le processus est donc bien différent de la corrosion à l'air.

Les hypothèses de Crace Calvert, Crum Brown, et autres, assurant que la rouille ne se produit pas en absence d'acide carbonique, sont fausses et doivent être abandonnées. Il n'est cependant pas douteux que l'acide carbonique joue un certain rôle dans la corrosion habituelle du fer à l'air. Des expériences précises, entreprises dans le but de déterminer son influence exacte, ont montré que l'acide carbonique joue un rôle peu important dans la rouille du fer à l'air. Les réactions dominantes ont lieu entre

le fer, l'eau et l'oxygène; si ces dernières sont empêchées par la présence d'un sel acide, l'acide carbonique ne produit qu'une faible quantité de rouille, même si l'oxygène est présent en grande quantité.

SUR LE NOIR D'ACÉTYLÈNE

On sait que le noir d'acétylène s'obtient d'après *E. Hubou* (Soc. des Ingénieurs civils, 1900) en faisant exploser l'acétylène par l'étincelle électrique, sous une pression de 2 à 4 atmosphères. Le professeur docteur *Adolph Frank* (*Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1903) indique une modification intéressante à ce procédé. D'après lui, le procédé Hubou ne donne de bons résultats que lorsqu'on emploie de hautes pressions. En pratique, avec des pressions inférieures à 5 ou 6 atmosphères, il y a toujours condensation de produits goudronneux. Pour obtenir une combustion complète, le docteur Caro et le docteur Albert Frank font exploser sous l'influence de l'étincelle électrique, un mélange d'acétylène et d'oxyde de carbone, ou d'acide carbonique. Le rendement en carbone est ainsi augmenté. On a avec l'oxyde de carbone $C^2H^2 + CO = 3C + H^2O$, et avec l'acide carbonique: $2C^2H^2 + CO^2 = 5C + 2H^2O$.

Dans le cas du mélange d'acétylène et d'oxyde de carbone, la pression initiale doit être de 5 à 6 atmosphères; elle monte à 40-50 atmosphères au moment de l'explosion. Avec une pression initiale de 14 atmosphères, la pression monte à 125 atmosphères pendant l'explosion. Les pressions sont sensiblement les mêmes avec le mélange de C^2H^2 et CO^2 . Les récipients d'acier dans lesquels on produit l'explosion doivent être soigneusement éprouvés.

En pratique, quoique le rendement soit supérieur à celui obtenu avec l'acétylène seul, il n'est pas théorique. C'est ainsi qu'on n'obtient pas 3, mais seulement 2 1/2 équivalents de carbone dans la réaction avec l'oxyde de carbone.

Le noir obtenu est complètement exempt de produits de condensation, et il est par conséquent de qualité excellente. Comme finesse, comme noir et comme pouvoir couvrant, il surpasse les meilleurs noirs de gaz américains.

Alors que la densité du noir de fumée ordinaire est de 1,7, celle du noir d'acétylène monte jusqu'à 1,93 à 2, d'où sa plus grande conductibilité électrique.

On peut obtenir un carbone plus condensé, analogue au graphite lorsque l'on chauffe certains carbures métalliques dans un courant d'oxyde de carbone. Avec le carbure de calcium, la réaction est: $CaC^2 + CO = CaO + 3C$. Le rendement est théorique. C'est la réaction inverse de celle qui donne naissance au carbure de calcium; elle se produit un peu au-dessus de 1 600°.

Le graphite obtenu dans cette réaction, débarrassé de la chaux et des autres impuretés, est d'une grande pureté. Il ne laisse pas plus de 1 p. 100 de cendres et peut être employé à tous les usages électrotechniques et électrochimiques et comme pigment. Il serait équivalent au graphite d'Acheson, obtenu en chauffant le charbon dans le courant électrique.

Sa densité élevée 2 à 2,05 et sa grande dureté, le désigneraient particulièrement pour la construction des contacts tournants.

Le carbone, ainsi obtenu, se dissout facilement dans le fer. A l'état brut et mélangé avec un support convenable, il constitue une très bonne poudre à cémenter. Il peut servir également, dans la cémentation du fer. Si l'on chauffe au creuset fermé du fer,

recouvert d'une couche de carbure de calcium, on obtient une cémentation profonde. On peut donner de la même façon à l'argent la teinte brune de l'argent oxydé.

Ces nouvelles applications qui font l'objet de brevets, dit M. Frank, ouvrent de nouveaux débouchés à l'industrie du carbure de calcium, et permettent l'utilisation des carbures à teneur trop faible pour l'éclairage.

LA RÉVERSIBILITÉ DU DÉVELOPPEMENT PHOTOGRAPHIQUE ET L'ACTION RÉTARDATRICE DES BROMURES SOLUBLES, par *Samuel Edward Sheppard* (1).

L'idée que le développement photographique est, par essence, une réaction chimique réversible, a été souvent défendue, tant par suite de considérations théoriques que comme conséquence de la pratique en photographie. H. E. Armstrong (*Brit. J. phot.*, XXXIX), Hurter et Driffield (*Phot. J.*, 1898), Luther (*Chem. Vorgänge in der Phot.*, 1902), Boggisch (*Phot. Corr.*, 1900), Abegg (*Arch. wiss. Phot.*, 1900; *Eder's Jahrb. Phot.*, 1904) ont soutenu cette idée de réversibilité et déduit que l'action retardatrice des bromures solubles en est la conséquence; Abegg l'explique au point de vue de la théorie des ions.

Mais les données expérimentales sont en petit nombre. Friedlaender (*Phot. Corr.*, 1902) a néanmoins démontré que dans le cas de l'oxalate ferreux la présence d'une quantité notable d'oxalate ferrique retarde considérablement le développement; dans ses recherches, il exposait ses plaques dans le sensitomètre de Scheiner, et il donne les mesures de densités. C. E. K. Mees et S. E. Sheppard (*Zeit. wiss. Phot.*, 1904) ont démontré également qu'avec le quinol le procédé est réversible, puisque des négatifs développés sont entièrement décolorés par une solution de quinine et de bromure de potassium, l'argent se convertissant en bromure et la quinone en quinol. Cette réaction réversible est d'ailleurs annulée dans une large mesure par la présence d'un alcali et d'un sulfite alcalin, qu'on emploie toujours avec les développeurs organiques, puisque ces substances, seules ou en mélange, réagissent sur la quinone pour la réduire en quinol.

Vu ces complications, il semblait probable que la réalisation expérimentale de l'équilibre pouvait être aisément obtenue dans un mélange d'oxalate ferreux-ferrique... Mais S. E. Sheppard et C. E. K. Mees (*Proc. royal S.*, 1904) ont montré que la rapidité du développement dépend beaucoup du processus de la diffusion, et les essais cinétiques peuvent ne donner que des résultats de faible valeur en ce qui regarde le processus chimique du développement.

Les recherches qui suivent ont porté : d'abord, sur le moyen d'atteindre expérimentalement un état d'équilibre dans le développement, et en second lieu, sur l'influence que les réactions chimiques dans le développement exercent sur la rapidité du procédé.

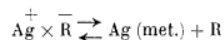
Nous n'entrerons pas ici dans le détail du mémoire si intéressant de M. Sheppard. Nous nous bornerons aux grandes lignes, renvoyant pour le surplus au mémoire original.

1. *Sur les réactions chimiques qui se produisent dans le développement.*

Le développement, si on le considère au point de vue chimique, est un procédé de

(1) *J. of the Chemical Society*, 1905. Travail fait à l'University College de Londres, sous les yeux de Sir William Ramsay.

réduction. On peut le formuler comme il suit, dans la théorie des ions (*C. Bredig*, in *Eder's Jahrb. Phot.*, 1905. Cf. *Trans.*, 1905) :



Dans le cas de l'oxalate ferreux, la réaction se formulera :



Les sujets successivement traités sont la détermination expérimentale de la constante d'équilibre K, soit $\frac{\text{Fe}'' \cdot \text{Ag}}{\text{Fe}'''} ;$ et l'effet du bromure et de la dilution sur cette constante.

2. *Sur l'influence qu'exercent les réactions chimiques sur la rapidité du développement.*

L'influence du bromure, la fonction de l'image latente, sa nature, le développement normal et retardé sont les sujets spéciaux étudiés.

SUR LA FABRICATION DES PAPIERS D'ART ET DE LUXE, d'après *R. W. Sindall* (1).

Les papiers d'art et de luxe sont maintenant fabriqués en grande quantité, afin de répondre à la demande d'un papier à surface tout à fait lisse, tel qu'il est nécessaire pour l'impression des clichés de demi-teinte. La netteté des détails et la finesse des contours, requises pour les illustrations reproduites par voie d'impression, ne peuvent être obtenues sur un papier ordinaire, quelque parfaits que soient le glaçage, le satinage et l'apprêt, car la surface n'est pas suffisamment lisse. Au contraire par l'emploi d'une couche minérale, on obtient une sorte d'émail bien uni et parfaitement égal, susceptible de prendre un très beau poli. La machinerie employée pour la production de ces papiers n'est pas compliquée; les opérations paraissent très simples, mais en fait, les difficultés liées à la fabrication et à l'emploi des papiers d'art sont nombreuses.

La couche mise à la surface du papier varie suivant la qualité du travail. Elle est formée d'une matière inerte, telle que du kaolin, du blanc fixe ou d'un émail, et d'une quantité convenable d'une colle très adhésive, gélatine ou caséine. Pour les papiers de qualité supérieure, on emploie un mélange de blanc fixe ou de blanc satin avec de la gélatine. Pour les qualités communes, on emploie le kaolin.

Le papier est successivement recouvert de la couche, séché et remis en rouleaux.

Le rouleau de papier mis en œuvre est fixé d'une manière quelconque sur un arbre, à l'arrière de la machine à encoller qui est un large tambour de 1^m,25 environ de diamètre et 1^m,25 de largeur. Le papier passe sous le tambour, remonte en haut, et trouve au sommet un court feutre sans fin, qui lui apporte le mélange destiné à l'émaillage du papier. La fourniture du mélange est assurée d'une façon continue, à partir d'une étroite auge de cuivre maintenue à la température convenable, au moyen d'un rouleau de cuivre mobile, qui transporte le mélange sur le feutre; des rouleaux de pression, règlent la quantité à transmettre au papier. L'adhésion du mélange et sa répartition uniforme sur le papier sont assurées par une série de brosses, ordinairement au

(1) *J. of the S. of Chemical Industry*, 1905.

nombre de sept, qui agissent au sommet du tambour. Certaines de ces brosses sont fixes, tandis que d'autres, actionnées par de petites manivelles, se meuvent régulièrement d'un bord à l'autre. Les deux ou trois dernières brosses sont munies de soies douces, pour assurer l'uni du dépôt, sans qu'il y ait traces de brosse. Le papier recouvert de sa couche et encore humide est conduit au séchoir, qui renferme 2 longs rails parallèles, fixés à 2^m,50 ou 3 mètres au-dessus du sol, sur lesquels circulent lentement 2 chaînes sans fin, portant une série de baguettes à intervalles réguliers. Par un dispositif ingénieux, le papier est pris par les baguettes, porté sur plan incliné jusqu'à ce qu'il atteigne les rails, et alors il tombe en une série de plis; le tout progressant sur les rails. Le séchage est obtenu au moyen d'un courant d'air chaud à 30° centigrades. Si la chambre de séchage n'est pas assez longue, on dispose une table tournante à l'extrémité de la chambre, pour obliger les plis du papier à décrire un demi-cercle, et les ramener sur une seconde série de rails. Ce dispositif a l'avantage de ramener le papier fini sous les yeux de l'homme qui surveille la machine. Le papier sec est ensuite enroulé de nouveau au moyen d'une machine spéciale.

Des machines nouvelles permettent de déposer la couche simultanément sur les deux côtés, mais le travail n'est pas absolument parfait.

Le papier ainsi recouvert de sa couche d'apprêt a une surface terne; on le polit et satine au moyen d'une calandre, après quoi il est coupé dans les formes et dimensions requises.

Pour les papiers d'art, de qualité ordinaire, le rapport entre l'émail et la colle est de 100 kilogrammes de matière minérale pour 18 à 25 kilogrammes de colle. Ces substances sont mélangées avec de l'eau de manière à obtenir 40 litres. La gélatine est mise à tremper dans l'eau froide, pendant vingt-quatre heures, puis on la chauffe doucement à la vapeur, dans une cuve doublée de cuivre; la matière minérale est transformée en bouillie, avec de l'eau, et soigneusement mélangée avec la colle. On ajoute des matières colorantes artificielles à la mixture, lorsqu'on veut produire des papiers colorés ou teintés.

Depuis peu la caséine est très employée comme substitut de la gélatine, 18 à 20 p. de caséine sont nécessaires pour 100 p. de matière minérale; comme la caséine est insoluble, il est nécessaire d'ajouter du borax ou de l'ammoniaque pour la dissoudre. La caséine est agitée dans l'eau froide, puis doucement chauffée à 40° centigrades. Après addition de 15 p. de borax, on pousse la température jusqu'à 50° centigrades. La caséine communique quelquefois au papier une odeur désagréable lorsqu'elle est préparée depuis longtemps, mais l'addition d'un peu de formaline suffit habituellement pour empêcher cet inconvénient.

La décomposition de la caséine en solution, même à un degré très faible, entraîne une diminution de ses propriétés adhésives, et c'est un fait d'expérience bien connu, que la colle de caséine qui reste du samedi au lundi suivant est fréquemment gâtée et hors d'usage. Des négligences de détails de cette espèce sont la cause de nombreux accidents qui n'apparaissent qu'à l'imprimerie, alors qu'il est impossible de remonter au vrai coupable. Les fabricants de papier d'art sont souvent embarrassés pour expliquer certains défauts dont on ne sait trouver aucune cause adéquate; l'altération des propriétés adhésives de la colle est l'une de celles qui peuvent avoir agi.

Quand la gélatine ordinaire et le blanc satin humide sont les ingrédients employés pour le mélange, il est évident que la proportion de la gélatine sèche à la matière minérale sèche ne reste constante que si les matériaux employés ont toujours la même composition.

Les différences dans le satinage de livraisons successives de papiers de luxe n'ont parfois pas d'autre cause que la variation dans les teneurs en eau des matières premières employées pour obtenir le satinage spécial.

Les papiers de luxe possèdent des propriétés physiques différentes de celles du papier de cellulose ordinaire. Le poids et le volume augmentent considérablement, par suite de l'addition de matière minérale.

Le papier de luxe fort pèse généralement 4,5 à 5 kilogr. par rame de 480 feuilles et l'épaisseur est augmentée de 12 à 15 p. 100; de sorte que les livres faits avec ce papier sont difficiles à manier et très volumineux.

Le désagrément et la fatigue causée par la réflexion de la lumière sur la surface polie du papier de luxe est un fait bien connu, et l'emploi de papier d'art pour les travaux ordinaires d'impression ne saurait être conseillé.

Il est certain que l'usage d'un papier pauvre, imprimé trop serré, à surface non convenable, à teinte défectueuse peut être la source d'un grand tort causé aux yeux et au cerveau du lecteur, plus qu'on ne pense généralement.

La qualité du corps du papier semblerait un facteur de petite importance, puisqu'il est recouvert d'une couche d'apprêt, et cependant elle n'est pas sans exercer son influence.

La facilité de maniement des pages du livre en dépendront. Le papier d'alfa est très convenable. Le sulfitage à l'acide sulfureux donne plus de produits goudronneux que celui au bisulfite, c'est donc celui-ci qui sera préféré. Le papier de corps ou de fond sera préparé avec soin, de façon à présenter une surface aussi lisse que possible, sans marques trop prononcées des fils de la machine. Le collage sera régulier, sinon la couche d'apprêt pénètre plus ou moins. Le calandrage devra être lui aussi régulier.

Enfin, toutes les causes de mauvaise impression, de mauvaise composition de l'encre peuvent être, chacune prise à part, très faibles, mais se réunir toutes ensemble dans le même sens et occasionner un mauvais travail et un résultat malheureux.

La proportion dans laquelle la gélatine entre dans la couche d'apprêt a une grande importance, car si la gélatine manque, le satinage est enlevé par le cliché; et si la gélatine est en excès, l'encre ne se fixe pas. La proportion de la matière minérale inerte a aussi une grande importance, car c'est d'elle que dépend la netteté des détails à l'impression. Sans matière minérale, qui remplisse les pores et les interstices du papier, il n'y a pas de glaçage suffisant, même par des calandrages répétés, pour que les détails les plus petits du cliché se révèlent à l'impression. Avec une matière minérale seule, l'impression ne tient pas bien.

Au lieu d'employer le mélange de matière inerte et de gélatine, on peut recourir soit à la viscosité de Cross et Bevan, soit à une solution de cellulose, comme dans le procédé Willesden.

Les auteurs terminent par des considérations très intéressantes sur les précautions à prendre pour obtenir de bonnes impressions, en ce qui concerne la température de l'atelier, la nature de l'encre, la préparation des clichés.

LE LABORATOIRE DES ESSAIS A LA MONNAIE DE PARIS

Le dixième rapport annuel de M. A. Arnauné, directeur de l'Administration des Monnaies et Médailles, renferme des documents statistiques fort intéressants, qui sont relevés dans ce même numéro de notre *Bulletin*, aux notes bibliographiques. Il ren-

ferme aussi des renseignements non moins intéressants sur le Laboratoire des Essais à la Monnaie de Paris.

Le laboratoire de la Monnaie de Paris a pour fonction principale la vérification quotidienne du titre des lingots, des gouttes, des lames, et finalement des pièces de monnaie dans les ateliers. Mais ce ne sont pas là les seules attributions du directeur des essais. Il coopère avec le service administratif et le service de la gravure, à la vérification des monnaies altérées ou arguées de faux. Il préside aux épreuves auxquelles les lois des 22 vendémiaire an IV et 19 brumaire an VI, subordonnent la délivrance des certificats de capacité dont doivent être pourvus, avant d'entrer en fonctions, les essayeurs du commerce et ceux des bureaux de garantie. Il dirige les contre-essais que nécessitent les contestations de titres portées devant l'administration des Monnaies, ainsi que les divers travaux d'analyse demandés par elle. Enfin, le directeur actuel, comme ses prédécesseurs, a toujours su mettre le laboratoire de la Monnaie de Paris au service de la Science, pure ou appliquée ; il y a conduit à plusieurs reprises, d'importantes et fécondes recherches. Aux rapports des années 1897 et 1898 étaient annexées des notes de M. Alfred Riche sur divers *perfectionnements* introduits, par ses soins, dans les *procédés d'analyse des alliages monétaires*. Le rapport de 1899 était suivi d'une très intéressante *Étude sur la constitution des alliages monétaires*, faite en collaboration avec M. Charpy. En 1900, paraissait un travail de M. Forest, *sur les alliages d'étain et d'antimoine*, élaboré sous la direction de M. Riche. En 1901, le même auteur donnait le résumé de ses expériences *sur le dosage du platine dans ses alliages avec l'or et l'argent* ; il décrivait, en 1902, les *méthodes employées pour l'essai des bronzes*.

En 1903, MM. Alfred Riche, Leidié et Quennesen présentaient une *étude sur les osmures d'iridium* et M. Forest décrivait les *méthodes d'analyse du nickel*.

Cette année, M. Forest complète par un *essai micro-métallographique de l'or* ses recherches de 1904 sur l'importante question de *l'or cassant*.

Les recherches de M. Forest ont été présentées dans les Notes de chimie du numéro de janvier. Nous donnerons aujourd'hui quelques extraits textuels de son mémoire sur l'essai micrométallographique de l'or.

La micrométallographie, dit-il, c'est-à-dire l'étude de la structure interne des métaux au moyen du microscope, a attiré l'attention et fait l'objet de travaux considérables d'un grand nombre de savants, parmi lesquels nous citerons MM. Sorby, Martens, Roberts-Austen, Osmond, Le Chatelier, Werth, Stead, Behrens, Charpy, Guillemin, etc. Grâce à l'emploi du microscope, combiné à une préparation spéciale des échantillons à examiner, on est arrivé, comme l'écrivait M. Osmond : « à interpréter l'aspect des cassures, à déterminer dans les métaux, à leurs différents états, la nature, la forme, les dimensions, les proportions, la disposition locale, et la disposition générale des divers constituants ». On peut ainsi rattacher les faits :

1° A leurs causes, en recherchant comment un même métal change de structure sous l'influence de ces trois facteurs combinés ; température, temps, pression ;

2° A leurs conséquences, en définissant les propriétés mécaniques qui correspondent à une structure déterminée (E. Bazin)...

Depuis plusieurs années, on a prouvé expérimentalement que les alliages peuvent être assimilés à des solutions solidifiées renfermant à la fois une substance servant de solvant, et des composés plus ou moins définis disséminés dans la masse générale. Ces différents composés, comme les métaux dont ils dérivent, ont la propriété de cristalliser en se refroidissant, le mélange ne s'effectuant facilement qu'à l'état fondu.

L'alliage refroidi renfermera donc des cristaux juxtaposés, il pourra s'y trouver aussi des mélanges isomorphes et ces différents corps se solidifieront en suivant les lois analogues à celles déduites de l'étude des solutions aqueuses et des mélanges salins.

Dans le cas de l'or à 900 millièmes, l'or et le cuivre ont une grande tendance à se déposer simultanément et à former un dépôt d'apparence homogène; ils ne se séparent que lorsque la solidification s'effectue très lentement. On observera donc au microscope des aspects très différents, suivant que la solidification a été lente ou rapide, et la séparation des constituants n'apparaît jamais avec la même netteté que pour les autres alliages. Suivant M. Bazin, l'or renfermant 2 p. 100 d'argent conserve sa même structure, ce qui fait admettre que l'argent se dissout dans l'or en donnant un alliage dont les cristaux n'ont aucune détermination microscopique, de même l'or renfermant 0,2 p. 100, n'est pas modifié. Si la proportion de cuivre atteint 5 p. 100, l'examen micrographique montre la présence de petits cristaux d'un alliage or-cuivre d'une coloration rouge particulière. Ces faits expliquent les différentes colorations de l'or obtenues en trempant les bijoux dans des solutions spéciales (*mise en couleur*); le métal impur est dissous à la surface de l'objet qui prend une coloration rouge.

Dans le rapport de l'année précédente, nous faisons remarquer, dit M. Forest, qu'à Paris nous n'avions pas trouvé de tellure dans les divers lingots signalés comme donnant un alliage fragile, mais que nous y avions reconnu de petites quantités de plomb dans des proportions analogues à celles dosées du temps de Peligot.

L'or rendu fragile par la présence d'impuretés aussi minimes que celles signalées, dit-il, est très difficile à purifier. L'affinage ordinaire est insuffisant; du reste, nous avons vu que la présence des métaux en quantités aussi faibles ne peut être décelée par l'essai ordinaire où l'on n'opère que sur 5 décigrammes de matière. L'analyse complète en opérant sur 50 ou 100 grammes d'or est nécessaire, mais on ne peut employer ce moyen pour avoir de l'or pur d'une façon industrielle; ce serait trop onéreux.

Au laboratoire des Essais de Paris, nous avons essayé de purifier de l'or plombeux en le fondant avec du carbonate de soude et du peroxyde de sodium. En opérant, en petit il est vrai, sur de l'or fin renfermant un peu de plomb, nous avons obtenu une grande amélioration. Nous avons utilisé à cet effet de cet or très cristallisé et très cassant provenant de Madagascar, et l'avons fondu en ajoutant du verre ordinaire et du carbonate de soude...

Après l'avoir coulé, nous avons constaté qu'il était aussi cassant qu'avant l'opération; l'aspect au microscope était identique. Un essai fait avec de l'or à 900 millièmes renfermant un demi-millième de plomb n'a pas donné d'aussi bons résultats. Une partie du cuivre passe dans le laitier en le colorant en rouge sang et le métal coulé n'a pas perdu sa fragilité. Ce moyen ne peut donc être appliqué. Nous avons vu que le recuit transformait dans certains cas la structure cristalline de l'or cassant et pouvait le rendre susceptible d'être travaillé.

Il est de toute évidence que l'on observe avec l'or plombeux des phénomènes analogues à ceux qui ont été étudiés dans la fabrication de l'acier. La présence du carbone dans l'acier change les propriétés de ce métal selon les effets de recuit et de trempe. Il doit en être de même avec l'or, lorsqu'il s'y trouve des traces de plomb ou d'autres impuretés, qui le rendent cassant dans certaines conditions. Des photogrammes intéressants ont été obtenus à ce sujet.

Un alliage d'or à 900 reconnu cassant a été recuit au rouge à l'abri de l'air et refroidi brusquement en le plongeant dans de l'eau. Il a été trempé, en un mot, comme on trempe de l'acier. En l'examinant au microscope après l'avoir préparé et attaqué comme nous l'avons dit plus haut, il présente des agglomérats de cristaux analogues à ceux que l'on observe avec de l'alliage à 900 ductile. Ce qu'il y a de curieux, c'est que cet arrangement intérieur peut être détruit par un nouvel effet thermique. Si on vient à recuire cet alliage, et si on le laisse refroidir lentement, il redevient cassant.

Les cristaux polygonaux des essais microscopiques se sont reformés et sont semblables, par leur aspect, à ceux obtenus avec de l'or plumbeux ordinaire.

L'emploi de la trempe pour améliorer un métal rendu cassant par suite de la présence d'impuretés résistant à l'affinage est tout indiqué. Il est évident que cette opération ne peut se faire qu'en s'assurant par des dispositions spéciales que le titre de l'alliage reste toujours constant et que ni la couleur, ni l'aspect du métal ne doivent être modifiés par ces traitements un peu énergiques.

M. Forest entre ensuite dans le détail de la technique de l'examen microscopique. Les quelques extraits donnés plus haut feront entrevoir toute l'utilité qu'il en a tirée pour l'examen de l'or cassant, en particulier, des causes qui produisent cet état curieux et des moyens d'y remédier. Ce très intéressant mémoire est accompagné d'un choix de photogrammes.

SUR L'UTILISATION DE L'AZOTE DE L'AIR

Le docteur *Albert Neuburger* donne, dans la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, une revue d'ensemble sur la si passionnante question de l'utilisation de l'azote de l'air, dont j'ai déjà parlé à deux reprises dans ces *Notes de Chimie*, p. 150 et p. 264.

M. Neuburger traite successivement : la fabrication des azotures ; la fabrication de l'ammoniaque et des composés ammoniacaux ; la fabrication des combinaisons du cyanogène et de leurs dérivés ; enfin et surtout la fabrication de l'acide nitrique et de l'acide nitreux.

Tandis que la première fabrication n'a fait l'objet que d'un petit nombre de travaux, la fabrication des cyanures et celle des composés oxygénés de l'azote ont été l'objet et le but d'un très grand nombre de recherches.

Je me propose de revenir sur cette revue lorsqu'elle sera terminée.

SUR LA COMBUSTION DE L'ACÉTYLÈNE

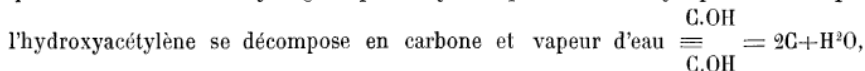
MM. *W. A. Bone* et *G. W. Andrew* (*J. of the Chemical S.*, août 1905) ont étudié les conditions de la combustion de l'acétylène. Leurs expériences leur ont montré que l'oxygène commence par s'unir à l'hydrocarbure et par donner naissance à un produit instable qui se décompose bientôt dans des produits plus simples. Voici le résumé des résultats qu'ils ont obtenus, traduit textuellement.

1. Quand un mélange d'acétylène et d'oxygène est renfermé dans un tube de verre, à la température et à la pression atmosphérique, puis ensuite chauffé progressivement, on constate que la réaction commence à 250° et même quelquefois un peu au-dessous ; puis elle se poursuit rapidement à 300°. Dans le cas de mélanges correspondant à $2C^2H^2 + O^2$ et $C^2H^2 + O^2$, la combustion a lieu avec explosion à 350° ; et dans le

cas du mélange $2C^2H^2 + 3O^2$, à 375° . Le point d'inflammation augmente quand on réduit la pression initiale ou quand on ajoute de l'oxygène au-dessus de la proportion équimoléculaire.

2. Il y a peu à dire, entre les mélanges correspondant à $2C^2H^2 + O^2$ et $C^2H^2 + O^2$, relativement au point d'inflammation. Un excès d'oxygène au-dessus du mélange équimoléculaire retarde toujours la réaction. La même chose a été également remarquée par H. B. Dixon dans ses expériences sur l'explosion de l'acétylène dans l'oxygène (*Phil. Trans.*, 1893, t. 184, p. 183).

3. La combustion de l'acétylène n'entraîne pas nécessairement la considération que c'est le carbone ou l'hydrogène qui s'oxyde de préférence. Il n'y a pas évidence que

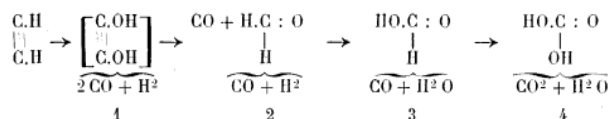


d'après l'hypothèse suggérée par H.F. Armstrong (*Trans.* 1903, t. 83, p. 1092). La formation d'oxyde de carbone et d'hydrogène, d'après la formule $C^2H^2 + O^2 = 2CO + H^2$ (Bone et Cain, *Trans.*, 1897, t. 71, p. 26), lorsqu'on fait exploser un mélange équimoléculaire d'acétylène et d'oxygène, doit être attribuée à la décomposition secondaire des produits de l'oxydation primaire.

4. Des expériences sur la combustion lente de l'acétylène prouvent que de l'oxyde de carbone et de l'aldéhyde formique se forment dans un premier stade de la réaction, probablement comme résultat de la décomposition d'un produit instable $C^2H^2O^2$, tel

que par exemple $\begin{array}{c} \text{COH.} \\ || \\ \text{COH.} \end{array}$. La production de formaldéhyde précède certainement celle de

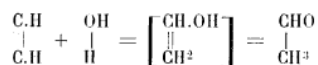
la vapeur d'eau. Le processus de la réaction peut se représenter par les équations suivantes :



Au-dessous du point d'inflammation, l'acide formique et l'acide carbonique produits dans les stades 3 et 4 se décomposent respectivement en formant de la vapeur d'eau et de l'oxyde de carbone, tandis qu'au-dessus du point d'inflammation, l'aldéhyde formique produit au stade (ou peut-être le dihydroxyacétylène du stade 1) se transforme en oxyde de carbone et hydrogène.

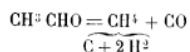
5. La séparation du carbone n'apparaît dans la combustion avec explosion que lorsque le mélange en réaction contient plus que la proportion équimoléculaire de l'hydrocarbure, et cela doit être attribué à la décomposition secondaire de l'excès d'acétylène.

6. Au contact d'une surface catalysante chaude, telle que la porcelaine poreuse, l'acétylène s'unit à la vapeur d'eau, pour donner de l'acétaldéhyde :



Cette réaction peut avoir lieu, même en présence d'oxygène; elle introduit une complication chaque fois que l'hydrocarbure brûle sur une surface à température élevée. Dans ces circonstances, la décomposition secondaire de l'acétaldéhyde peut don-

ner naissance a du méthane (ou même à du carbone et à de l'hydrogène) et de l'oxyde de carbone :



7. Dans aucune de nos expériences, il n'y a eu évidence de la formation de benzine. En présence d'oxygène et au-dessous du point d'inflammation, la tendance de l'acétylène à se polymériser est pratiquement négligeable.

SUR LE DOSAGE DU TANNIN AU MOYEN DE LA STRYCHNINE

La question du dosage du tannin est toujours à l'ordre du jour, car aucune méthode ne s'est montrée jusqu'ici absolument satisfaisante, remarquent une fois de plus MM. S. R. Trotman et J. E. Kacford (J. of the S. of chemical industry, 1905). Celle à la poudre de peau absorbe d'autres substances que le tannin; ces substances, il est vrai, peuvent jouer un rôle utile dans le tannage, mais leur absorption empêche d'avoir un procédé normal de dosage de l'acide tannique.

La méthode à la colline, dont nous avons déjà parlé antérieurement, et qui a été suggérée par Parker et Payne, ne peut être considérée comme une méthode rigoureuse, parce que la composition de la colline ne serait pas constante; elle ne posséderait donc pas d'avantage sur la solution de peptone commerciale ou sur la solution diluée d'albuminoses.

Des expériences ont été faites avec de nombreux sels métalliques, mais il paraît presque impossible d'obtenir des précipitations complètes, car le précipité est soluble dans l'acide mis en liberté. Ainsi le sulfate de cuivre donne avec l'acide tannique un précipité soluble dans l'acide sulfurique; l'acétate de plomb, un précipité soluble dans l'acide acétique. Il est difficile de neutraliser l'acide mis en liberté, car l'alcali décompose l'acide tannique, l'oxyde et le colore en brun.

En passant, notons que l'acide tannique peut être dosé en principe au moyen de la liqueur de Fehling, mais l'acide gallique est en même temps décomposé.

Le caractère négatif des essais faits avec les sels métalliques a conduit à l'idée d'employer des bases organiques, puisqu'il n'y aura plus d'acide mis en liberté, comme dans le cas d'un sel métallique, et qu'en employant un excès de base, on neutralise les acides qui pourraient coexister, et dont la présence pourrait solubiliser en partie le précipité insoluble.

Un grand nombre de bases ont été ainsi essayées, y compris la phénylhydrazine et diverses amines primaires et secondaires, avec des résultats plus ou moins satisfaisants. Puis les expérimentateurs ont passé aux bases plus compliquées encore que sont les alcaloïdes. Ils ont obtenu finalement de bons résultats avec la strychnine, alcaloïde relativement bon marché, dont le tannate est insoluble. Là est, d'après eux, la solution du problème. La réaction est très sensible; un dix millièmes d'acide tannique est caractérisé quand on emploie la base elle-même.

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL ET LA QUESTION DE L'APPRENTISSAGE

L'apprentissage est, à l'heure actuelle, l'une des questions, méritant au plus haut point de retenir l'attention publique, à cause de l'influence que la solution à intervenir exercera sur l'avenir et le développement économique du pays. C'est un des problèmes les plus redoutables de l'heure présente, et gros de conséquences, que le déclin incontestable de l'apprentissage.

Dès que l'on aborde ce sujet avec une personne compétente, à quelque catégorie sociale qu'elle appartienne, l'on entend formuler la même conclusion : « On ne fait plus d'apprentis en France. » Mais, si tous aboutissent à une identique constatation d'un fait matériel qui s'impose, les opinions diffèrent quant à la cause.

D'aucuns l'attribuent aux ouvriers, qui, possesseurs d'un bon métier, ne veulent pas faire d'apprentis, afin de ne pas créer une trop grande abondance de main-d'œuvre, et partant des chômages, et des abaissements de salaires. D'autres en font peser la responsabilité sur les patrons, peu désireux d'embaucher des jeunes gens qu'il faut instruire complètement dans leur métier, ce qui signifie, surtout pendant les débuts de l'apprentissage et même pendant une partie assez notable de sa durée, surtout dans certaines professions de *précision* : absence de services tangibles rendus par les jeunes gens, matière première coûteuse parfois *gâchée*, par l'enfant, abaissement de la productivité de l'atelier par suite du temps perdu par les ouvriers auxquels est confiée l'instruction professionnelle de l'enfant.

Pour d'autres encore, la crise de l'apprentissage a son origine dans les exigences des parents des enfants. Alors qu'autrefois les parents, afin de doter leurs enfants d'un métier rémunérateur, consentaient à indemniser le patron de ses peines par une rétribution, alors que, plus récemment, l'apprentissage se faisait au pair dans la quasi totalité des professions, les parents prétendent aujourd'hui que leur enfant, en dehors des connaissances professionnelles qu'il acquiert, ajoute également aux ressources du ménage, et rapporte chaque semaine une rétribution.

C'est au machinisme, dit-on encore, qu'il faut s'en prendre : dans nombre de professions où jadis l'ouvrier était l'âme indispensable de la production, les progrès de l'outillage font que l'homme n'est plus que le serviteur de la machine. Il n'est plus nécessaire qu'il connaisse comme autrefois dans le détail l'ensemble de la production, il n'a plus besoin de savoir exécuter entièrement un objet : la concentration a permis le développement de la spécialisation du travail ; celle-ci a entraîné la division du travail poussée à l'extrême, avec ce résultat que, pour la production fragmentaire dont chacun est chargé, une très grande habileté peut s'acquérir rapidement, et n'exige plus comme autrefois une connaissance approfondie du métier, non plus que la durée d'apprentissage qui en était la conséquence. Dans nombre de cas aujourd'hui, on arrive très rapide-

ment à acquérir une très grande habileté professionnelle dans une spécialité donnée, à avoir une productivité considérable, sans que pour cela l'on connaisse le métier et que l'on soit à même de gagner sa vie, si l'on vient, pour une raison quelconque, à quitter la maison qui vous occupe. C'est le cas des minervistes, chez les imprimeurs, des petits apprentis occupés par exemple chez des patrons peu scrupuleux qui les spécialisent outrageusement, comme ce garçonnet qui, depuis plus d'un an et demi, chez un mécanicien, nous disait l'an dernier le conseiller prud'homme chargé de l'enquête à laquelle cette situation donnait lieu, passait ses journées à percer des trous dans des tiges, alors qu'il eût dû apprendre complètement le métier, ou de tel autre qui, en apprentissage chez un bijoutier, n'avait appris qu'à entretenir des armes ou à souder des lampes.

D'autres enfin veulent rendre responsable du déclin et de la disparition des apprentis, dans nombre de professions, le législateur qui, par sa loi du 30 mars 1900, a donné une prime à ceux des industriels qui ne font pas d'apprentis.

Certes, chacune de ces causes, si elle ne suffit pas à expliquer la crise de l'apprentissage, n'y a pas peu contribué.

En 1902, l'enquête faite par le Conseil supérieur du Travail a abouti à la conclusion que l'apprentissage déclinait en France d'une façon inquiétante, particulièrement dans les grandes villes, tant au point de vue du nombre des apprentis que de leur savoir professionnel, et qu'il y avait lieu de chercher un remède à une situation qui devenait de jour en jour plus sérieuse, d'autant plus que les pays étrangers, l'Allemagne notamment, ont abordé la question de front, et sont entrés dans la voie des réformes.

Il est incontestable que l'apprentissage tend à disparaître chez nous, en dépit des apparences. Dans beaucoup d'ateliers l'on voit encore nombre d'enfants de moins de dix-huit ans, ce qui tend à donner l'illusion que les craintes manifestées par ceux qui se préoccupent à bon droit de la question de l'apprentissage sont chimériques, mais il n'y a là qu'une apparence, car si, en réalité, il y a encore dans l'industrie bien des jeunes gens, ce ne sont plus des apprentis engagés en vertu de la loi de 1851, soit par contrat écrit, soit par contrat verbal, pour une période donnée, fixée par avance, dans le but de leur enseigner le métier, mais de petits ouvriers, payés comme tels, c'est-à-dire recevant une rémunération de 1 à 2 francs par jour, que l'on occupe à une besogne profitable au chef d'entreprise, et qu'il est loisible de congédier du jour au lendemain pour en embaucher d'autres que l'on peut avoir à meilleur compte, de même que les jeunes gens ont la faculté de quitter leur patron, auquel ils ne sont liés par aucun contrat d'apprentissage, quand bon leur semble, pourvu qu'ils observent le délai-congé : ils sont assimilables à des ouvriers ordinaires à ce point de vue.

Certains esprits superficiels se refusent à reconnaître la gravité de la situation que nous venons d'esquisser très brièvement, parce qu'en dépit de la réduction du savoir professionnel et de la main-d'œuvre, par suite de la cessation de la formation de véritables apprentis, l'industrie n'a pas encore jusqu'ici souffert de cet état de choses, et qu'il lui a été possible de se procurer le personnel nécessaire : ils se figurent qu'il en sera toujours de même.

Cependant, plusieurs groupements patronaux qui ont mis la question à l'étude sont arrivés à des conclusions analogues à celle de la Commission supérieure du Travail, quant au déclin de l'apprentissage, et ne semblent pas bien éloignés de se ranger aux remèdes qu'ils préconisent d'accord en cela avec le Conseil supérieur de l'Enseignement technique et la Ligue de l'Enseignement.

« Pendant quelques années encore », disait, il y a quelques mois, dans une note adressée par lui à la Fédération des industriels et des commerçants français, un des principaux orfèvres de Paris, « nous vivrons sur la réserve d'artisans formés à la faveur d'autres mœurs; mais, après leur extinction, quels remplaçants leur donnerons-nous en n'en formant plus? Et alors, à quelles mains habiles confierons-nous la bonne exécution de nos produits? »

« La situation de l'apprentissage constitue ainsi à l'heure présente un grand danger pour les industries d'art? »

« Concluons donc que, si la France veut rester la nation artistique par excellence, au goût épuré, à l'exécution irréprochable qu'admire et imite de son mieux le reste du monde, il faut continuer à former des ouvriers d'art, et, pour cela, supprimer les causes qui entravent leur éducation (1). »

Ce ne sont pas les seules industries d'art, qui souffrent de la situation actuelle, et sa gravité paraîtra peut-être plus sérieuse à ceux qui la mettent en doute aujourd'hui quand nous rappellerons qu'une des plus grandes maisons d'édition parisiennes fait faire ses travaux délicats à Leipzig, ne pouvant pas trouver en France, à ce qu'elle affirme, les ouvriers nécessaires à ce genre de travail. La mécanique, l'électricité elle-même, encore qu'elle n'ait pas atteint toute son extension, subissent comme les industries d'art les atteintes de ce mal.

Dans le rapport qu'ils soumièrent à la Chambre syndicale en juillet 1901, MM. E. Sartiaux et Poitevin écrivaient :

« Les applications de l'énergie électrique sous toutes ses formes sont devenues aussi nombreuses que variées. Si le personnel des ingénieurs proprement dits a pu faire face aux études et à l'exécution des travaux réalisés jusqu'à ce jour, il n'en est pas de même pour le personnel spécial ouvrier; non seulement il a souvent fait défaut aux industriels, mais ceux-ci n'ont, dans beaucoup de cas, trouvé que des sujets ne connaissant que très imparfaitement le travail dont on voulait les charger... Cela tient à des causes multiples, et surtout à ce que l'ouvrier n'a que sa bonne volonté et son désir de travailler pour apprendre un métier aussi délicat que difficile. En réalité, il nous semble que l'ouvrier électricien tel qu'il doit être n'existe pas.

« En effet, les diverses branches de l'industrie électrique nécessitent des aptitudes professionnelles pour ainsi dire correspondantes à la nature des installations à exécuter. Ces aptitudes ne s'acquièrent que par des travaux pratiques, de véritables leçons de choses, que l'ouvrier au courant apprend quelquefois à l'ouvrier qui le seconde; mais, en fait, il se borne à lui donner des exemples matériels, sans les accompagner de quelques renseignements théoriques indispensables à un bon praticien quelle que soit la partie dans laquelle il travaille (2). »

Le déclin de l'apprentissage, la difficulté de recruter des patrons consentant à former de bons ouvriers, connaissant dans tous les détails la profession qu'ils ont choisie, sont également l'une des préoccupations de la *Société de Protection des Apprentis et*

(1) *Annales des Sciences politiques*, 1905, n° 4. *La Crise de l'apprentissage*, par Georges Alfassa, p. 428.

(2) Cité par M. Briat dans « l'Enseignement professionnel », rapport fait au nom de la Commission permanente du Conseil supérieur du travail. Paris, Imprimerie nationale, 1905, p. 9 et 10.

des Enfants employés dans les manufactures. D'une part, elle constate que, dans les métiers de précision, comme la mécanique, dans ceux qui touchent au bâtiment : serrurerie, menuiserie, etc., ainsi que dans la chaudronnerie, dans d'autres encore, on ne forme plus d'apprentis depuis plusieurs années, tandis que, parmi les enfants qui s'adressent à elle pour avoir des places, il en est un nombre croissant qui désirent précisément embrasser ces professions. C'est ainsi, qu'au cours de l'année 1904, sur 340 enfants qui vinrent à son Comité de placement, il y en avait au moins 120 qui voulaient être mécaniciens. A ces 120 jeunes gens, la Société ne put offrir que cinq places chez des mécaniciens de précision qu'elle connaissait de longue date.

Parmi ceux qu'elle ne put placer dans la profession qu'ils désiraient, un certain nombre consentit à entrer dans d'autres métiers, mais la plus grande partie, avec une obstination invincible, persévéra dans son idée première. Et comme il ne leur a certainement pas été possible d'entrer en apprentissage dans des maisons susceptibles d'en faire des ouvriers de métiers, on se rend parfaitement compte qu'il y a là une situation très préjudiciable à la fois à ces jeunes gens et à l'industrie qui se refuse à former du personnel en vue de l'avenir. L'expérience de la Société de protection des apprentis n'est pas une exception, et toutes les organisations qui s'occupent de placement dans ces professions ne peuvent fournir que des résultats semblables.

Qu'adviendra-t-il de notre industrie au jour qui n'est pas bien lointain où la réserve d'ouvriers jeunes, ayant terminé leur apprentissage il y a peu d'années ou formés en province, aura été tout entière absorbée et ne suffira plus aux besoins de la profession ? C'est faire preuve d'une coupable imprévoyance que de ne pas, dès maintenant, chercher une solution pratique, même au prix de quelques sacrifices, car il est bien certain, qu'au moment où la pénurie de main-d'œuvre se fera sentir, il sera trop tard pour former de nouveaux ouvriers, en ouvrant toutes grandes, aux jeunes gens désireux d'apprendre le métier, les portes des ateliers qu'on leur ferme aujourd'hui ou dont, plus exactement, quelques ateliers fort rares, comme à la Société industrielle des Téléphones, s'entr'ouvrent pour un très petit nombre.

Un ouvrier, dans les professions qui nécessitent des connaissances techniques sérieuses et lentes à acquérir, ne s'improvise pas du jour au lendemain suivant les besoins. Dans tous les métiers artistiques ou de précision, il faut plusieurs années à un jeune homme, même doué, non pour connaître à fond son métier, mais pour se débrouiller et en posséder assez d'éléments pour être à même de rendre quelques services à ceux qui l'emploient, et, par conséquent, lorsque l'on se rendra compte d'une façon absolue que l'on manque de main-d'œuvre non spécialisée, il faudra compter que cette situation se prolongera encore pendant quatre ou cinq ans. Or, ce délai sera préjudiciable au plus haut point à celles des industries qui devront le subir ; peut-être même sera-t-il suffisant pour en déterminer chez nous la décadence, d'autant plus que les pays étrangers, nous l'avons déjà indiqué, ont donné une impulsion nouvelle et vigoureuse à l'apprentissage, précisément parce qu'ils ont compris les conséquences graves que sa disparition aurait pour eux.

Comme conséquence de la loi du 30 mars 1900, qui fixe la durée quotidienne du travail à dix heures dans les ateliers mixtes, un certain nombre d'établissements de mécanique notamment ont congédié les apprentis, aggravant ainsi la situation. Ils ne méconnaissent pas, disent-ils, ce que leur décision peut avoir de regrettable, mais ce n'est que contraints par l'armature rigide dans laquelle le législateur les a ensermés qu'ils ont dû s'y résoudre : bien que travaillant normalement dix heures, il est des cas où

ils ont besoin de disposer de la faculté que leur donne le décret-loi de 1848, pour les hommes adultes, de porter à douze heures la durée de la journée ou de faire travailler pendant la matinée du dimanche; or, la présence des enfants y mettant un obstacle absolu, ils ont dû se séparer d'eux à leur grand regret.

Ce serait donc à la loi de 1900 qu'il faudrait attribuer la situation actuelle. Nous ne le pensons pas, car la question est beaucoup plus ancienne : la crise de l'apprentissage existait déjà bien antérieurement à la loi du 12 novembre 1892 sur la durée fractionnée du travail à laquelle d'autres personnes voudraient en faire remonter l'origine, puisque *dès 1863*, à une époque où n'existait pas encore la législation protectrice du travail, « M. le ministre de l'Agriculture et du Commerce, qui avait chargé une commission de faire une enquête sur l'enseignement professionnel, *constata la décadence de l'apprentissage et l'abaissement de la valeur professionnelle de l'ouvrier* » (1).

Les causes de la décadence de l'apprentissage sont profondes, multiples et lointaines, nous avons été amenés à en indiquer les principales catégories au début de ces notes, et les deux principales, à notre sens, sont le *développement du machinisme*, avec la transformation des méthodes de production, qui, par la spécialisation, a fait disparaître la nécessité, impérieuse autrefois, d'avoir des ouvriers connaissant à fond la profession, d'une part; avec pour conséquence que, là où il n'était pas indispensable de former des ouvriers parfaitement qualifiés, on y a renoncé à la moindre entrave, à la moindre difficulté, au risque d'obtenir *in fine* un moins bon rendement et, d'autre part, l'*obligation* où se sont trouvés beaucoup de parents *de faire gagner leurs enfants*.

Dans bien des cas, la machine a permis de remplacer la main-d'œuvre masculine par la main-d'œuvre féminine, généralement d'ailleurs là où l'ouvrier n'intervient que comme serviteur de la machine et où il n'y a point besoin d'une grande dépense de force musculaire. Il en est résulté une double conséquence; 1° un chômage d'un grand nombre de non qualifiés, et 2° un abaissement du niveau des salaires d'une part par suite de la présence des femmes à l'atelier, et, d'autre part, par suite du plus grand nombre de bras qui s'offraient pour remplir celles des fonctions réservées aux hommes; d'où une diminution des facultés pécuniaires du ménage. L'insuffisance de ressources du chef de famille fait que, dans des cas très nombreux, il faut absolument que l'enfant rapporte un maigre salaire à la maison. Il ne peut plus se contenter du pourboire que le patron lui donnait autrefois à titre d'encouragement en fin de semaine.

Le gain de l'apprenti est une condition *sine qua non* pour beaucoup de parents, et, là encore, les statistiques de la Société de Protection des Apprentis fournissent des renseignements précieux. Sur les 340 enfants dont elle s'est occupée l'an dernier, il y en avait plus des deux tiers dont les parents exigeaient, par nécessité absolue, un salaire minimum de un franc par jour. Or, il est aisé de comprendre que le chef d'atelier obligé d'accorder une rémunération de cet ordre à un apprenti dont le travail technique d'atelier, au moins pendant la moitié de l'apprentissage, est stérile, quand il n'est pas coûteux, sera obligé de l'employer au moins une partie du temps à des besognes qui, si elles lui sont profitables, privent l'enfant d'une partie des connaissances qu'il devrait acquérir.

(1) Rapport de M. Cohendy, professeur à la Faculté de Droit de l'Université de Lyon, à la dernière session du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, titre V.

C'est ainsi que le patron lui fera faire des courses, — s'évitant ainsi la dépense d'un garçon de courses (et à cela il n'y a trop rien à dire si leur durée n'est point excessive), lui fera balayer l'atelier ou le spécialisera pour lui faire produire industriellement quelque objet rémunérateur.

On se rend aisément compte à quels abus un pareil système peut entraîner de la part de patrons peu scrupuleux ou encore lorsque le patron délègue son autorité à un contremaître intéressé au bon rendement de l'atelier.

D'autre part, surtout lorsque le salaire se trouve fixé par le travail aux pièces, l'ouvrier chargé de faire l'éducation professionnelle du jeune enfant qui lui est confié, se voit, par la perte de temps que cette tâche lui incombe, empêché de faire sa pleine journée et tend, par cela même, à le spécialiser au détriment de son avenir et de celui de l'industrie.

Aussi, dans son rapport du 21 décembre 1903 à la Commission de l'enseignement professionnel, M. Rocheron, inspecteur adjoint de l'enseignement manuel à Paris, pouvait-il dire :

« C'est maintenant un lieu commun de dire qu'on n'apprend plus d'une façon satisfaisante un métier dans un atelier seul. On peut y devenir un praticien habile dans le mouvement d'un certain nombre d'outils exécutant vivement et convenablement une spécialité déterminée, produisant avec une rapidité quelquefois incroyable un grand nombre de pièces semblables, mais on ne saurait prétendre que cette seule habileté d'exécution suffise à l'artisan moderne. L'ouvrier ainsi formé est tout au plus une machine perfectionnée qui accomplit d'une façon automatique des mouvements toujours les mêmes, sans que l'intelligence et la réflexion y prennent part. Un jour ou l'autre, cet ouvrier sera remplacé par une machine véritable, exécutant plus rapidement encore, et d'une façon plus parfaite, les pièces détachées qui constituaient sa spécialité. Partout où l'exécution d'un travail nécessite un mouvement toujours semblable, précis, sûr et rapide, la machine-outil remplace la main du travailleur. Il y a là un fait contre lequel il est impossible de réagir ; une concurrence avec laquelle il serait chimérique de vouloir lutter.

« En revanche, on ne saurait se passer du producteur humain quand il s'agit d'exécuter une pièce qui exige le concours de l'intelligence, de la réflexion, et l'application de connaissances scientifiques exactes. Or, les industries dans lesquelles les applications scientifiques sont constantes deviennent de plus en plus nombreuses ; certaines sont de création toute récente : l'automobilisme, l'électricité industrielle et domestique, la traction mécanique sous toutes ses formes, etc. Pour exercer ces industries, pour monter et régler ces machines et ces appareils de plus en plus nombreux et variés, même pour préparer le travail aux machines-outils, il faudra des hommes qui soient plus que d'habiles exécutants ; ils devront posséder des connaissances précises en mécanique, en dessin, en géométrie, en technologie, en science (électricité, physique ou chimie, etc.) ; il faudra que l'ingénieur ou le chef d'atelier ait à sa disposition, pour réaliser ses conceptions, des ouvriers qui les comprennent et au besoin même soient capables d'apporter à ses plans certaines modifications dictées par la pratique.

« Ce n'est plus seulement de praticiens habiles dont l'industrie moderne a besoin, mais d'ouvriers modernes, aptes à exécuter les travaux variés d'une même profession ou d'un groupe de professions similaires (l'ajusteur devra savoir forger et le tourneur limer). En plus de cette adresse manuelle, il faut que les ouvriers aient l'intelligence

ouverte, qu'ils sachent tracer, qu'ils puissent lever un plan, qu'ils soient capables de modifier leur outillage afin de l'adapter à un rendement déterminé, en un mot qu'ils aient des connaissances techniques variées et précises. »

Ce rapport de M. Rocheron, établi avec la très grande compétence et la longue pratique que son auteur a de ces questions, résume admirablement la seconde face de ce problème de l'avenir de l'apprentissage et, partant, de l'industrie française.

En somme, on voit que, ramenés à une forme simple, les éléments du problème sont le déclin de l'apprentissage par la réduction du nombre des apprentis et l'insuffisance professionnelle des ouvriers.

C'est également là la double conclusion de l'enquête faite en 1902 par le Conseil supérieur du Travail et, partant, le remède qu'il préconisa était double.

D'autre part, en effet, il proposa par un vœu la réforme de la loi de 1851 sur l'apprentissage avec l'apprentissage obligatoire, tout en cherchant à rajeunir cette loi pour la mettre en harmonie avec les besoins modernes de l'industrie et du commerce, tout en lui donnant les agents d'exécution indispensables pour que sa protection fût efficace.

Ce vœu du Conseil supérieur a fait l'objet d'une proposition de loi de M. Henry Michel, député d'Arles, actuellement soumise à la Commission du travail de la Chambre des députés.

D'autre part, à la demande de sa Commission permanente, le Conseil supérieur du Travail adoptait le vœu suivant sur l'enseignement professionnel, donné pendant les heures légales de travail :

« Le Conseil supérieur du Travail émet le vœu qu'une instruction professionnelle en rapport avec l'état choisi doit être donnée à l'enfant de moins de dix-huit ans de façon qu'il ne soit pas condamné à rester toute sa vie manœuvre.

« L'instruction théorique et pratique doit être donnée gratuitement. La surveillance des enfants non apprentis qui reçoivent l'instruction professionnelle doit être sur la même base que celle des apprentis. L'instruction professionnelle peut être donnée à l'atelier. Elle sera donnée dans des écoles ou cours, au fur et à mesure de leur développement, si elle ne peut être donnée à l'atelier ou si le patron ne veut pas en accepter la responsabilité. »

Sur la question de principe, tous les membres du Conseil supérieur du Travail qui prirent la parole, dit M. Briat dans son remarquable rapport⁽¹⁾, furent d'avis que l'instruction professionnelle devait être donnée à tous les enfants.

D'autre part, au cours de l'enquête de 1902, il avait été démontré que, pour faire de bons ouvriers, l'apprentissage à l'atelier était absolument indispensable, d'où la seconde partie du vœu, qui s'explique d'autant mieux que les résultats fournis par les écoles professionnelles françaises sont loin d'être satisfaisants, il faut le reconnaître.

Les discussions du Conseil en 1902 et le vœu que nous venons de reproduire n'allèrent pas, tant s'en faut, sans provoquer une certaine effervescence dans le monde industriel, hostile d'une façon générale à l'obligation qui découlait des décisions du Conseil supérieur du Travail.

Cependant, il faut reconnaître que celles des organisations patronales qui mirent la

(1) *L'Enseignement professionnel*, loc. cit., p. 2.

question à l'étude se trouvent d'accord avec le Conseil supérieur sur la nécessité de transformer notre système d'apprentissage et de développer l'enseignement professionnel dans le sens qui vient d'être indiqué.

Le 15 mars 1903, M. de Ribes-Christoffe déposait un très remarquable rapport à la Fédération des industriels et des Commerçants français, que préside M. André Lebon.

La première partie est consacrée à la critique du projet de loi de M. Henry Michel sur l'apprentissage.

La seconde traite de l'enseignement professionnel. Examinant ce qui a été fait en Allemagne, en Suisse, en Autriche et en Hongrie, en Belgique, en Danemark et en Norvège, il est amené à reconnaître que l'enseignement *professionnel et obligatoire* a donné d'excellents résultats, tandis qu'il est incontestable que les écoles nationales ou municipales de France manquent totalement d'efficacité. Mais ce ne semble pas être une raison suffisante, à l'auteur du rapport, pour l'organisation de l'enseignement professionnel obligatoire dans notre pays : il demeure persuadé que la solution de la question peut être réalisée par l'initiative privée, ainsi qu'il le dit dans sa conclusion :

« Du résumé qui termine la première partie de cette étude il ressort que la décroissance du savoir professionnel n'est imputable que jusqu'à un certain point à la décadence de l'apprentissage.

« Dans la seconde partie, nous espérons avoir démontré qu'elle est surtout attribuable à l'éducation incomplète de la classe ouvrière. Cela tient à ce que la plupart des enfants n'ont plus à compter sur l'atelier pour y recevoir leur éducation.

« Cette situation, identique pour tous les pays, a été résolue à l'étranger par la création de cours professionnels qui sont largement subventionnés par le gouvernement et les municipalités.

« Chez nous, nous nous trouvons en présence de deux agents d'enseignement, dont l'isolement a jusqu'ici stérilisé l'action : l'État, dont les fonds ont trouvé un emploi sans grande efficacité dans des écoles trop en dehors des besoins réels; l'initiative privée qui, faute de ressources suffisantes, n'a pu donner qu'un commencement de réalisation à ses programmes d'enseignement.

« Après avoir inauguré leurs cours du soir, qui ont une grande utilité dans certains milieux, les industriels semblent d'accord pour demander la création et l'extension des cours de jour, qui ont fait leur expérience à l'étranger et un peu chez nous, et qui répondent seuls à la généralité des cas.

« C'est dans ce sens que toutes les énergies doivent converger; c'est à la création et à l'entretien de ces cours qu'il est désirable de voir l'État prêter une aide efficace; ses encouragements de toute nature, ses subventions régulières en assureraient la prospérité pour le plus grand bien de tous, et c'est de ces cours, croyons-nous, qu'il faut attendre avant tout le relèvement du savoir professionnel et par contre coup de l'industrie nationale (1). »

C'est également dans ce sens que concluent MM. Sartiaux et Poitevin dans le rapport auquel nous faisons allusion plus haut.

Au banquet annuel de la Chambre syndicale des entrepreneurs du bâtiment du

(1) *L'Enseignement professionnel*, loc. cit., p. 8.

Loir-et-Cher, dit M. Briot, dans son rapport au Conseil supérieur du Travail, le président, M. Duneau, déclarait au représentant du gouvernement que les patrons verraient d'un bon œil la réorganisation et le relèvement de l'apprentissage. Il constatait que dans les métiers nécessitant un apprentissage de longue durée, dans ceux notamment du fer, de la pierre et du bois, le côté technique est très généralement ignoré : il souhaite que, dès sa sortie de l'école primaire, l'enfant reçoive les principaux éléments de savoir professionnel et que le côté technique en soit développé au fur et à mesure que l'âge le rapproche de l'entrée à l'atelier ou au chantier, et il terminait en disant que l'on en tirerait un bénéfice moral et matériel.

Comme on le voit, l'opinion est unanime pour demander, comme moyen de relever le niveau ouvrier, le développement de l'enseignement professionnel, et un grand nombre de groupements patronaux sont, dès à présent, décidés à entrer dans la voie tracée à l'étranger et que préconisent dans notre pays certaines organisations, associations philomathiques, polytechniques, etc., syndicats professionnels.

Mais si l'accord est réalisé pleinement sur le principe du remède, quelques divergences subsistent encore cependant sur les méthodes de généralisation. *L'enseignement doit-il être obligatoire et doit-il se faire de jour ?*

Du côté patronal, on présente quelques objections ; et, à la Commission permanente du Conseil supérieur du Travail, MM. Honoré et Heurteau, tout en reconnaissant que si, pour certaines professions, l'utilité de l'enseignement professionnel est tellement évidente qu'il s'impose, il en est d'autres où elle leur paraît contestable et présenterait une grande gêne pour l'exercice de la profession. Ils estimaient que l'obligation était beaucoup trop générale, et qu'elle ne se justifiait pas.

A leurs objections, les partisans de l'obligation répondent par l'exemple des pays étrangers, où les mesures adoptées l'ont incontestablement été dans le but de donner à l'industrie et au commerce un essor nouveau, et de leur permettre d'attendre leur plein développement.

En Allemagne, le premier *Gewerbe ordnung*, du 21 juin 1869, posait, dans son article 120, le principe de l'obligation, mais d'une obligation restreinte, puisqu'elle obligeait seulement les patrons à laisser à leurs apprentis, pendant la journée de travail, le temps et la liberté nécessaires pour suivre ces cours, mais ils n'étaient nullement astreints à y envoyer les enfants, ni à veiller à leur assiduité.

La loi du 1^{er} juin 1891, modifiant l'article 120 de la *Gewerbe ordnung*, accorde aux États particuliers, aux communes et associations de communes, le droit, — dont la plupart ont d'ailleurs profité, — d'imposer cette double obligation et d'assurer la fréquentation obligatoire des cours commerciaux ou industriels par les apprentis.

En Saxe, les apprentis, après avoir quitté l'école primaire, sont tenus de fréquenter de jour pendant trois ans, et au moins deux heures par semaine, sous la responsabilité de leurs parents, de leurs patrons ou tuteurs, les cours des *Fortbildungs schulen* (loi du 26 avril 1893, art. 141).

L'article 139 de la loi prussienne du 30 juin 1900 stipule que, dans toutes les localités où il existe une école professionnelle reconnue par l'État ou l'autorité communale, « le patron doit obliger les aides et apprentis à la fréquentation de cette école, et doit aussi veiller à l'exactitude de cette fréquentation ».

Cette obligation existe aussi en Danemark (loi du 30 mars 1889), en Norvège (loi du 15 juin 1881), en Suisse, dans certains cantons, en Autriche (code industriel

modifié par les lois du 8 mars 1885 et 23 février 1897), en Hongrie (loi du 21 mai 1884).

Au Congrès d'Amiens, la ligue de l'Enseignement adopta cinq vœux, dont les trois premiers, que nous reproduisons ci-dessous, sont relatifs à l'obligation.

Premier vœu : Que l'instruction des adultes (professionnelle, agricole, industrielle, commerciale ou générale) soit obligatoire ;

Deuxième vœu : Que l'enseignement professionnel *soit pratique* et de caractère utilitaire adapté aux milieux et aux diverses professions agricoles, commerciales et industrielles.

Troisième vœu : Que cette obligation comporte au moins trois semestres répartis en trois années dans la période qui s'étend de douze à dix-huit ans.

La Commission permanente du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, sur le rapport de M. Cohendy, adopta à l'unanimité le principe de l'obligation, et cette opinion fut ratifiée par le Conseil supérieur dans sa dernière session.

En effet, l'enseignement professionnel facultatif, si intéressantes que soient quelques-unes des tentatives, a laissé notre pays se placer dans un état d'infériorité très prononcé par rapport aux autres nations ; soit par mauvaise organisation, soit par une conception erronée des méthodes d'enseignement ou de la direction à lui donner, soit que les efforts divergents se soient stérilisés les uns les autres, il est absolument incontestable que notre système est insuffisant et manque d'efficacité. Est-il permis de supposer que l'initiative privée pourrait, dans l'avenir, suffire à la tâche qu'elle voudrait assumer ? Peut-on espérer que la coopération indispensable au succès sera obtenue sans le principe de l'obligation, et que, si l'État n'intervient pas, l'unité de vue pour l'enseignement qui, seule, peut en assurer le succès, sera réalisée ? On ne saurait en l'état actuel répondre affirmativement.

A l'heure actuelle, on peut évaluer à 600 000 le nombre des jeunes gens des deux sexes, âgés de moins de dix-huit ans, et employés dans le commerce et dans l'industrie, dont une infime minorité, dit M. Cohendy dans son rapport au Conseil supérieur de l'Enseignement technique, suivent des cours professionnels.

L'effectif total des écoles professionnelles publiques n'est que de 14 214 élèves, dont 9 901 dans les écoles pratiques de commerce et d'industrie, 1 276 dans les écoles nationales professionnelles, 3 027 dans les écoles de la Ville de Paris.

On peut évaluer à 5 000 environ le nombre des élèves des cours privés fondés par les municipalités et les associations ou entreprises particulières ; soit au total 19 000 élèves, ce qui représente à peine 3 p. 100 des jeunes hommes et jeunes filles de moins de dix-huit ans employés dans le commerce et dans l'industrie.

Ceux des cours qui se combinent avec le travail de l'atelier ou du magasin ont une clientèle plus nombreuse : 95 000 auditeurs, se répartissant ainsi :

80 000 auditeurs, suivant 3 593 cours, faits par 122 associations que subventionne le ministère du Commerce ; 3 000 auditeurs pour les 130 cours organisés et entretenus par 36 syndicats patronaux, et 12 000 auditeurs pour les 500 cours des syndicats ouvriers.

Comme on le voit, l'enseignement ne profite pas même à 17 p. 100 des jeunes gens qui travaillent.

Cette expérience ne saurait laisser se perpétuer ce système dans l'absolue liberté qu'il a eue jusqu'ici. Il faut que l'État intervienne et pose le principe de l'obligation, dit le Conseil supérieur de l'Enseignement technique, mais d'une obligation très large, qui

ne tarira aucun des efforts de l'initiative privée, puisqu'il assimile aux cours publics ceux établis par les particuliers, patrons ou associations et répondant aux besoins que la situation met en lumière, obligation très large encore, qui, si elle prévoit pour tous une durée sur la fréquentation des cours de trois années, et si elle ne soustrait en principe aucune catégorie de jeunes gens à l'enseignement, puisque ceux mêmes qui travaillent dans les ateliers de famille y prendront part, cherche cependant à ménager des facilités aux industriels et aux commerçants, à simplifier l'organisation du travail. En effet, d'une part, nous l'avons vu, elle les incite à organiser chez eux, toutes les fois où cela leur semblera plus pratique, des cours à l'usage de leur personnel, et d'autre part, 1° ceux des jeunes gens qui, au bout d'une année d'études justifieront de connaissances suffisantes, seront dispensés de suivre l'enseignement pendant les deux autres années; 2° les élèves qui, au bout d'une année d'assiduité aux cours seront reconnus par leurs professeurs comme n'ayant pas les aptitudes nécessaires pour les suivre avec profit pourront obtenir une dispense pour les années suivantes :

Enfin, l'obligation n'est encore pas absolue par le fait, comme le faisait remarquer le Directeur de l'Enseignement technique à la Commission permanente du Conseil supérieur du Travail, que les communes ne sont tenues à organiser l'enseignement que pour autant qu'il est reconnu nécessaire pour des professions industrielles et commerciales à déterminer dans chaque localité.

Une autre question d'importance capitale qui se posait est celle du *moment où doit être donné cet enseignement*.

Il serait certainement plus facile, au point de vue industriel, de faire ces cours le soir, après la fin de la journée de travail; mais, dans ce cas, le principe de l'obligation devrait être abandonné parce qu'il se trouverait inconciliable avec la législation protectrice du travail qui fixe une durée maxima de travail quotidienne de dix heures pour les jeunes gens de moins de dix-huit ans. Obliger des jeunes gens à fréquenter les cours professionnels en dehors des heures d'atelier, c'est porter à plus de dix heures la durée de la journée de travail, contrairement d'ailleurs à la volonté du législateur de 1900. Et cette objection paraît à d'aucuns, dont nous sommes, comme absolument suffisante pour faire écarter les cours du soir. D'autre part, plusieurs organisations patronales, et la conclusion du rapport M. de Ribes-Christoffe est catégorique sur ce point, se sont nettement prononcées pour des cours de jour faits pendant la durée obligatoire de présence à l'atelier, ce qui tend à prouver, qu'au moins pour les professions intéressées, le cours de jour est une chose possible. Pour la mécanique, il en est de même, ainsi que le démontre l'expérience de la Société de Protection des Apprentis, sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir tout à l'heure.

Pour ne pas faire œuvre stérile en organisant l'enseignement professionnel, il est nécessaire que les tentatives soient faites dans les meilleures conditions possibles de succès, c'est-à-dire que l'on cherche à les rendre aussi profitables que possible aux jeunes gens qui suivront les cours, non seulement dans leur propre intérêt, mais aussi dans celui de l'industrie.

Il faut, pour cela, d'abord adopter une formule générale pratique, dont les cours techniques de la Ville de Paris, qui fonctionnent dans les écoles communales sous la vigilante direction de M. l'Inspecteur Jully et de M. l'Inspecteur adjoint Rocheron pour les métiers du fer et du bois, présentent un type caractéristique et des plus intéressants.

Il faut, en outre, que les jeunes gens soient mis à même d'en tirer le maximum de

profit et qu'on ne leur impose pas un effort trop considérable, qui risquerait de faire perdre le bénéfice de l'enseignement dont il s'agit : c'est dire que les cours doivent avoir lieu pendant la journée : le point ne paraît plus contestable. Dans la discussion qui a eu lieu à la Commission permanente du Conseil supérieur du Travail, le 10 avril 1903, M. Haret a montré que les cours devraient avoir lieu non le soir, mais pendant la journée de travail, et qu'il serait préférable de les faire le matin.

A Nantes, a-t-il dit, où des cours ont lieu le matin et d'autres le soir, après la journée, on s'est rendu compte que les cours du matin donnent des résultats très supérieurs.

La *Société de Protection des Apprentis* a, pendant l'année scolaire 1904-1905, pris l'initiative d'organiser et de diriger des cours professionnels, réservés aux apprentis mécaniciens des 14^e et 15^e arrondissements, qui ont fonctionné deux fois par semaine l'après-midi, et qui ont été très régulièrement suivis par une quarantaine d'enfants travaillant chez cinq ou six patrons mécaniciens de précision et de grosse mécanique, et mécaniciens électriciens.

Il nous paraît intéressant d'exposer en quelques mots comment la Société de Protection des Apprentis a été amenée à faire cette tentative qui démontre la possibilité des cours faits pendant la durée de la journée de travail.

Par les conversations qu'ils avaient eues avec divers patrons mécaniciens chez lesquels la Société avait placé des enfants, certains de ses membres avaient été amenés à se rendre compte de l'insuffisance de l'instruction professionnelle de ces apprentis, qui ne parvenaient pas à acquérir à l'atelier certaines connaissances techniques indispensables et élémentaires, et dont un grand nombre, même une fois leur apprentissage terminé, n'étaient pas à même de comprendre un dessin, et partant d'exécuter une pièce d'après un plan. Il résultait de ces conversations qu'un enseignement professionnel était absolument indispensable, et la Société de Protection des Apprentis se préoccupait vivement de la question.

Dans beaucoup de petits ateliers où ne sont qu'un ou deux apprentis, il n'était pas possible de songer à faire ces cours-ateliers ; une première nécessité se posait : qui était de grouper les enfants appartenant à plusieurs maisons de manière à avoir un effectif suffisant. La Société chercha à obtenir des adhésions de patrons à un cours qu'elle avait l'intention de créer. Elle désirait que ces cours puissent avoir lieu dans la journée, car le cours du soir lui semblait une formule insuffisante. L'enfant qui a passé dix heures à l'atelier doit, après son dîner, refaire deux fois le trajet, par fois assez long, séparant son domicile du lieu où se donne l'enseignement ; la leçon se prolonge souvent jusqu'à dix heures et demie, et l'enfant n'est quelquefois pas couché avant onze heures et demie, ce qui lui cause une fatigue excessive, car il doit être debout le lendemain matin à six heures au plus tard. Il lutte contre le sommeil au cours, il ne tire pas profit de l'enseignement qu'il reçoit, et le lendemain matin, à l'atelier, il n'est pas dispos pour reprendre le travail. Combien au contraire serait différent le résultat si on lui donnait le temps nécessaire pour suivre le cours à la fin de la journée de travail. Il y aurait là une obligation à laquelle il serait astreint, on pourrait exiger son assiduité au cours et son attention, tandis qu'il n'est pas possible de le faire pour les cours du soir ; de plus, l'enseignement s'étendant sur une période de deux ou trois ans, il deviendrait possible d'établir un programme méthodique et progressif, ce que l'on ne peut que difficilement faire dans les cours du soir, où

L'on ne peut pas être assuré que les auditeurs d'une année reviendront l'année suivante.

La Société de Protection pensait également que ceux des patrons qui sacrifieraient deux heures de présence à l'atelier de leurs apprentis, à la fin de la journée de travail récupéreraient cette perte de temps parce que les connaissances techniques acquises par l'enfant au cours lui permettraient d'acquérir plus vite la pratique du métier, et d'être plus tôt à même de rendre des services.

Elle trouva un appui très sérieux chez un des patrons qu'elle était allée entretenir de son projet de cours d'apprentis, et qui, spontanément, approuvant l'idée du cours, demanda pourquoi il n'aurait pas lieu dans la journée, ajoutant que l'on ne pouvait pas compter que sur dix heures de présence à l'atelier l'enfant employait les dix heures au travail, et, que par suite, du moment où l'on réduisait la durée de présence, on pourrait exiger une plus grande assiduité pendant le reste du temps, ce qui, au point de vue du travail exécuté, aurait le même résultat.

Comme nous venons de le dire, la Société obtint l'adhésion de six maisons, qui envoyèrent leurs apprentis au nombre d'une quarantaine au cours qu'elle organisait. Pour bien voir la signification de la tentative, il est nécessaire d'ajouter que les maisons qui envoyaient les enfants qu'elles employaient suivre un enseignement professionnel étaient d'importance variable : les unes occupaient une dizaine d'apprentis, d'autres en avaient cinq, d'autres un ou deux, et toutes purent, pendant les six mois de fonctionnement du cours, envoyer régulièrement et sans gêne appréciable pour elles, leurs enfants.

L'assiduité des jeunes auditeurs fut très satisfaisante ; la Société, qui était en communication constante avec les patrons et les parents des enfants, leur faisait part des progrès réalisés et les tenait au courant des absences que les apprentis devaient justifier auprès de leurs patrons qui avaient assumé la responsabilité de leur faire suivre ces cours comme complément nécessaire du travail de l'atelier.

La Société de Protection, dont les ressources sont très modiques, ne put parvenir à réaliser sa tentative que grâce aux concours qu'elle rencontra. La *Société d'Encouragement à l'Industrie nationale* lui accorda une subvention de cinq cents francs, ce qui lui donnait un modeste capital de sept cents francs environ. C'eût été insuffisant si elle avait dû rétribuer son personnel enseignant et s'assurer un local qu'elle eût dû louer. De ses trois professeurs, deux lui accordèrent leur concours gracieux, et une école industrielle qui venait de se fonder dans le xv^e arrondissement mit un local à sa disposition.

Des deux séances d'enseignement, l'une était consacrée au dessin industriel (croquis à main levée et cotes de modèles, plans, etc.) l'autre séance, également de deux heures, comprenait deux parties : la première consacrée aux éléments de géométrie appliqués au traçage des pièces, sous la direction d'un professeur qui s'était adjoint un traceur professionnel, et à des éléments d'arithmétique et d'algèbre, la seconde aux éléments de mécanique et à la technologie (machines à vapeur, électriques, etc.). Ces notions étaient professées par des ingénieurs-praticiens dans un but nettement pratique, en cherchant à donner aux enfants des indications utiles sur les travaux qu'ils exécutaient à l'atelier.

Si nous avons insisté sur cette tentative, dont les résultats ont paru satisfaisants aux patrons dont les apprentis avaient suivi ce cours, c'est qu'elle nous a paru faire la preuve que les cours de jour pris sur la journée de travail n'étaient point utopiques, puisqu'il a été possible à six maisons, très importantes, moyennes et petites, d'y

envoyer leurs enfants d'une façon régulière, alors même qu'ils avaient vingt-cinq minutes de route à faire pour cela, et de veiller à ce qu'ils y fussent exactement à l'heure, et d'autre part qu'elle montre également que l'organisation de tels cours n'est pas dispendieuse car, avec un budget de 1 500 à 2 000 francs, il serait possible de leur donner une autonomie absolue (local, personnel enseignant, matériel, éclairage, etc.).

Mais il faudrait qu'une telle tentative pût être généralisée, et que l'expérience fût tentée sur une échelle plus importante.

Cet exemple montre également qu'il est facile aux chefs d'industrie, soit isolément, lorsque le nombre de leurs apprentis est suffisant, soit en se groupant et avec le concours de leurs Chambres syndicales, des syndicats, des Chambres de commerce etc., de créer cet enseignement le jour où ils le voudront, sans que cela risque d'apporter une grande perturbation dans l'organisation de leur atelier.

Pour Paris, la question se trouve grandement simplifiée par les cours techniques de la Ville de Paris qui, à l'heure actuelle, ne fonctionnent que le soir. Le personnel enseignant y a été formé au prix de longs efforts et la formule d'enseignement paraît y avoir été trouvée. Le Conseil municipal se préoccupe de les étendre et étudie le moyen d'ouvrir ces cours d'après-midi à ceux des patrons qui voudront y envoyer leurs apprentis.

La Commission permanente du Conseil supérieur du Travail, après une enquête et une discussion approfondie, a conclu, dans le titre V de son projet sur l'enseignement professionnel, que les cours devaient être faits de jour, que leur durée ne devrait pas excéder huit heures par semaine ou deux heures par jour et que les chefs d'industrie seraient tenus de s'assurer de l'assiduité à ces cours des jeunes gens ou jeunes filles qu'ils emploient. L'enseignement devra être gratuit dans les cours, et les communes devront pourvoir aux frais de ceux qu'elles créeront. Elles pourront recevoir des subventions de l'État, de même d'ailleurs que les cours professionnels existants, reconnus suffisants, la subvention ne pouvant pas être supérieure à la moitié de la dépense nécessaire à leur fonctionnement.

Tel est, dans ses grandes lignes, le projet qu'a adopté sans discussion la Commission permanente du Conseil supérieur du Travail et que le Conseil va être amené à discuter sous peu. Nous croyons qu'il n'est pas inutile de reproduire le texte des principaux articles :

ART. 51. — Des cours professionnels ou de perfectionnement sont organisés pour les apprentis, les ouvriers et les employés du commerce et de l'industrie.

Tous les cours visés par la présente loi doivent faire l'objet d'une déclaration à la mairie de la localité dans laquelle ils sont institués.

ART. 52. — Les cours professionnels seront obligatoires dès qu'ils auront été organisés conformément à la présente loi et sous les réserves déterminées par l'article 59 ci-après, pour les jeunes gens et les jeunes filles âgés de moins de dix-huit ans, qui sont employés dans le commerce ou dans l'industrie, soit en vertu d'un contrat écrit d'apprentissage soit sans contrat.

Ces cours sont essentiellement gratuits.

Ils peuvent être organisés par les chefs d'établissements industriels et commerciaux, même à l'intérieur de leurs établissements.

ART. 53. — Les communes dans lesquelles l'organisation de cours professionnels est reconnue nécessaire sont désignées par arrêté du ministre du Commerce et de l'Industrie après avis du Conseil de Prud'hommes, du comité départemental et du Conseil supérieur de l'Enseignement technique.

Il est institué dans ces communes, par arrêtés ministériels, une Commission locale professionnelle chargée de déterminer et d'organiser les cours obligatoires pour les besoins des professions commerciales et industrielles de la localité.

Des décrets rendus après avis du Conseil supérieur du Travail et du Conseil supérieur de l'Enseignement technique détermineront la composition des commissions pour Paris et les départements.

Les membres de la Commission sont choisis par le préfet parmi les fonctionnaires de l'enseignement, les industriels, commerçants, ouvriers et employés, anciens ou en exercice, résidant dans la commune. En outre, font partie de la sous-commission : 1° des conseillers municipaux élus par leurs collègues ; 2° des conseillers prud'hommes élus par leurs collègues ; 3° des inspecteurs de l'enseignement technique ; 4° des inspecteurs du travail s'il y en a en résidence dans la localité. Le maire de la commune est président de droit de la Commission.

ART. 54. — La Commission locale professionnelle examinera l'organisation, les programmes et le fonctionnement des cours professionnels existants et adressera son rapport au ministre du Commerce et de l'Industrie.

Ceux de ces cours qui, d'après le rapport de la Commission, répondront aux besoins des professions commerciales ou industrielles de la localité pourront, sur leur demande, être subventionnés par l'État suivant leur importance après avis favorable de la Commission permanente du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, sans que cependant cette subvention puisse dépasser la moitié des dépenses de leur fonctionnement.

D'autre part, la Commission permanente du Conseil supérieur de l'Enseignement technique pourra, sur la proposition de la Commission locale professionnelle et sur les rapports de l'inspecteur de l'Enseignement technique et de l'inspecteur du Travail, les intéressés entendus, déclarer qu'un cours est insuffisamment organisé pour répondre aux obligations de la présente loi.

ART. 55. — S'il n'existe pas de cours professionnels dans la localité ou si les cours existants sont jugés insuffisants par la Commission locale, les communes seront tenues de créer les cours professionnels jugés nécessaires par ladite Commission et de pourvoir aux dépenses de leur fonctionnement.

Ces cours pourront être subventionnés par l'État dans les limites fixées par l'article précédent.

ART. 56. — Les programmes des cours professionnels communaux prévus au précédent article sont arrêtés par la Commission locale professionnelle.

Les membres du personnel enseignant sont nommés par le maire sur une liste de trois noms présentés pour chaque emploi par la Commission locale. Ils peuvent être révoqués par le maire après avis de ladite Commission.

ART. 57. — Le chef d'établissement est tenu de laisser à ses jeunes ouvriers et employés le temps et la liberté nécessaires pour suivre les cours obligatoires communaux ou autres.

Les cours professionnels obligatoires devront avoir lieu pendant la journée légale de travail, sans que cependant le temps de travail qui y est consacré puisse dépasser huit heures par semaine ni deux heures par jour.

Des dérogations pourront être apportées à cette dernière règle par arrêté du ministre du Commerce et de l'Industrie après avis de la Commission locale professionnelle.

ART. 58. — Le chef d'établissement est tenu également de s'assurer de l'assiduité au cours de ses jeunes ouvriers et employés. A cet effet chaque élève devra être muni d'un livret qui sera visé par les professeurs des cours à chaque leçon et par le chef d'établissement ou son délégué au moins une fois par semaine.

Dans le cas d'absences réitérées, le chef d'établissement devra en aviser immédiatement les parents ou tuteur de l'enfant, et le professeur en avisera la Commission locale professionnelle.

ART. 59. — Toutefois, le chef d'établissement est dispensé de la double obligation prévue

par les articles 57 et 58 en ce qui concerne: 1° les jeunes gens ou jeunes filles qui justifient d'un diplôme ou certificat délivré par une école publique ou privée d'enseignement technique reconnue par l'État; 2° les jeunes gens et les jeunes filles qui ont obtenu leur certificat de capacité professionnelle dans les conditions déterminées par l'article 60 ci-après.

ART. 60. — Les jeunes gens et jeunes filles qui suivent les cours professionnels sont admis à la fin de chaque année à concourir pour l'examen d'aptitude. Ceux qui auront subi l'examen avec succès recevront un certificat d'aptitude qui les dispensera de suivre les cours dans les années suivantes.

Ceux qui n'auront pas obtenu le certificat d'aptitude seront tenus de suivre les cours pendant trois ans. Après quoi ils recevront un certificat d'années d'études les dispensant à l'avenir de l'obligation de suivre les cours.

Enfin, les élèves qui, au bout d'un an d'assiduité aux cours, seront reconnus par leurs professeurs comme n'ayant pas les aptitudes nécessaires pour en profiter, pourront obtenir, sur la demande de leurs parents ou tuteurs une dispense pour les deux années suivantes.

Les épreuves théoriques et pratiques de l'examen sont déterminées par arrêté du ministre du Commerce et de l'Industrie après avis de la Commission locale professionnelle.

L'examen est subi devant un jury composé de l'inspecteur départemental de l'enseignement technique, ou à son défaut d'un délégué du préfet, président; des professeurs des cours et d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers ou employés de la profession, nommés par le préfet et choisis autant que possible parmi les membres de la Commission locale professionnelle.

ART. 61. — Peuvent également se présenter audit examen et obtenir leur certificat de capacité professionnelle, les jeunes gens et les jeunes filles qui ont terminé leurs études dans une école publique ou dans une école privée d'enseignement technique reconnue par l'État.

Les articles suivants ont trait aux sanctions et aux délais d'organisation.

NOTES DE MÉCANIQUE

PALPLANCHES EN ACIER (1)

Les cloisons en acier sont fréquemment employées, aux États-Unis, pour les fondations, caissons et batardeaux. Les figures en représentent les types le plus usités.

Dans le type Friestedt, exploité par la *Friestedt interlocking Bar Co*, Tribune Building, Chicago, dont les modèles sont très variés, l'un des éléments de la cloison est (fig. 1) composé de fers en U de 380 millimètres, auxquels sont rivés deux fers en Z disposés de manière à constituer deux espaces pour recevoir les ailes du second élément,



Fig. 1. — Friestedt.

formé de simples fers en U. La poussière et la boue ne tardent pas à combler ces espaces et à rendre ainsi la cloison suffisamment étanche, et, si l'on veut une étanchéité plus complète, il suffit de river, aux faces internes des fers simples, des cor-

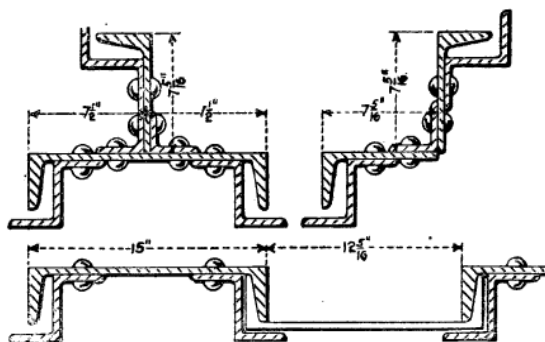


Fig. 2 et 3.

nières écartées de 12 millimètres des faces correspondantes du fer composé et de forcer entre ces cornières et ces faces des fourrures en bois. Les figures 2 et 3 montrent la construction des coins et des raccords de ce système.

Le système Friestedt a été employé notamment à Saint-Louis, pour un batardeau de $96 \times 12 \times 15$ mètres de profondeur, sur le Mississippi, servant à la fondation d'une grande station électrique. On l'a aussi adopté pour soutenir des parois d'excavations et de murailles dans des constructions de bâtiments et pour des piles de ponts. Dans la

(1) *The Engineer*.

construction d'un barrage en maçonnerie de 450 mètres de long pour la Hackensack Water Co, on a établi, avant sa construction, un cloisonnement en acier, de 15 mètres de profondeur, afin de couper les infiltrations d'eau par dessous le barrage. En creusant, dans les sables mouvants, les trous pour des puits de béton de la fondation d'un grand magasin, on dut aller jusqu'à 30 mètres de profondeur et recourir à un caisson d'acier rectangulaire de 1^m,50 de côté, en piles de 12 mètres de long pénétrant dans l'argile dure au-dessous des sables, et c'est au bas du caisson déblayé que l'on commença le garnissage en planches du puits circulaire allant jusqu'au roc.



Fig. 4. — Jackson.

Le système *Jackson*, exploité par la Interlocking Steel Sheeting Co, Ashlang Building, Chicago, est composé (fig. 4) de fers à T de 300 à 460 millimètres, alternant avec



Fig. 5. — U. S. Steel Piling Co.

des coffres constitués chacun par deux fers en U de 380 millimètres, convenablement rivés de manière à enserrer les semelles des fers à T. Ce système a été employé, notam-



Fig. 6. — Vanderkloot.

ment, sur la rivière de Chicago, pour les culées d'un pont à bascule, en batardeaux de 25 × 22,50 × 9^m, 30 de profondeur, avec boisage intérieur, et il suffisait d'une



Fig. 7. — Willekind.

petite pompe marchant une heure par jour pour les maintenir à sec dans la rivière. L'étanchéité était assurée par un remplissage de poussière et de terre.

Le système de la *United States Steel Piling Co*, 135, Adams St, Chicago, est (fig. 5) constitué par une suite de fers spéciaux, de 300 millimètres, avec renflements de 60 et 100 millimètres, difficiles à laminier. On peut, en courbant ces fers, constituer des parois de puits circulaires de tout diamètre. On les a employés avec succès à New-York, pour le creusement de fondations entre des maisons de fondations moins profondes et empêcher l'éboulement des sables dans le nouveau trou, où les fers, de

3^m,50 de long, plongent à 2^m,45 sous les anciennes fondations. On les enfonce au bélier à vapeur, et on peut les retirer s'il le faut. La pose se fait sans aucun rivetage et, dans l'eau, on obtient une étanchéité suffisante en remplissant les joints avec de la terre ou de l'argile.

Dans le système *Vanderkloot* (fig. 6) de Chicago, on emploie aussi des fers spéciaux, sans aucune rivure; on n'en a pas encore fait d'application pratique.

Le système *Wittekind* (fig. 7), aussi de Chicago, se compose d'une série de fers plats avec cornières simples et doubles; les plats ont 460 millimètres de large. Ce système ne s'est pas encore répandu,

LES CONDENSEURS A SURFACE, d'après *M. R. W. Allen* (1).

Pendant les deux dernières années, l'auteur a exécuté deux séries d'expériences sur des condenseurs en fonctionnement normal. La première de ces séries a été exécutée avec un condenseur autonome, indépendant, où s'échappait la vapeur de plusieurs machines rapides, et afin de déterminer l'économie pratique des différents degrés de vide en poids de charbon dépensé par kilowatt-heure au tableau de distribution de la station des machines, ce qui permettrait de déterminer la différence entre les dépenses de charbon avec une haute température d'alimentation et un faible vide ou avec un grand vide et une basse température de l'eau d'alimentation. La seconde série avait pour but la détermination du vide le plus élevé possible avec

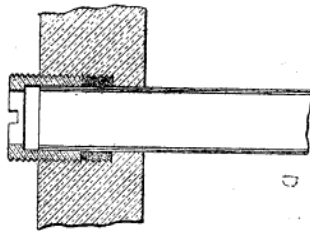


Fig. 4.

différentes températures et différents débits d'eau de circulation dans des conditions semblables à celle d'un condenseur directement relié à des turbines à vapeur.

Le condenseur est, en général, à circulation d'eau dans les tubes, entrant par le bas et sortant par le haut de manière que les tubes soient toujours complètement remplis d'eau, si faible que soit le débit de la circulation; l'eau traverse les tubes en deux séries sur deux fois la longueur du condenseur. Si l'eau est très boueuse, ou s'il faut, pour toute autre raison, accélérer la vitesse de l'eau de circulation, on peut lui faire traverser trois ou quatre fois cette longueur, mais avec une augmentation très considérable de son frottement, qui s'oppose en général à ces parcours multiples.

Si l'eau est corrosive, il faut étamer l'intérieur des tubes sous peine de les voir se piquer rapidement.

La vapeur d'échappement entre, en général, au haut du condenseur, et en est retirée, au bas, par la pompe à air, avec l'air primitivement en dissolution dans l'eau d'alimentation. Des portes et regards multiples sont disposés pour faciliter le net-

(1) *Institution of civil Engineers*, London, 28 février 1905.

toyage des tubes à l'extérieur et à l'intérieur, condition essentielle, car la moindre couche de dépôt diminue considérablement la puissance de condensation des tubes, et ces tubes sont souvent obstrués par des débris; il est donc nécessaire de les inspecter systématiquement.

L'enveloppe ou la caisse du condenseur est, de préférence, en fonte, de forme cylindrique ou rectangulaire, avec branchements pour recevoir l'entrée de l'échappement, la sortie de l'air et de la vapeur condensée.

Les plaques tubulaires sont en laiton laminé de : cuivre 62 p. 100, zinc 37 p. 100, étain 1 p. 100, et de 25 à 35 millimètres d'épaisseur, suivant les dimensions de l'enveloppe. Les tubes sont en laiton de 20 millimètres extérieur et 1^{mm},3 d'épaisseur assu-

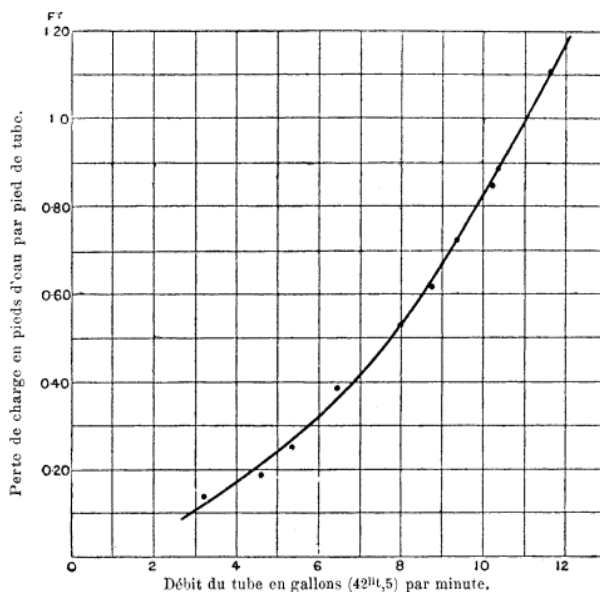


Fig. 2. — Perte de charge par frottement dans les tubes de condenseurs de 20 ^m/_m de diamètre intérieur.

jettis dans les plaques par les viroles vissées (fig. 1) et garniture en coton, de manière à leur permettre de se dilater librement. La perte de charge par frottement d'un tube est donnée en pieds ou en mètres d'eau par la formule $h = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$, dans laquelle on désigne par f un coefficient, l la longueur du tube, en pouces ou en mètres, d son diamètre intérieur en pouces ou en mètres et v la vitesse de l'eau dans le tube en pieds par seconde. Des expériences exécutées sur des tubes de condenseurs de 20 millimètres de diamètre d , et de 3^m,30 de long, ont donné les résultats du diagramme (fig. 2), qui mènent pour f , à la valeur $f = 0,024$ pour des débits variant de 3 à 11 gallons (13 à 50 litres) par minute ($f = 0,07$ pour v en mètres). Il s'agit de tubes très lisses; comme ceux des condenseurs.

Les pompes centrifuges conviennent le mieux pour la circulation en raison de l'uniformité de leur débit; elles doivent être disposée de manière à en permettre l'examen

facile par l'enlèvement de la partie supérieure ; la roue doit être en fonte et l'arbre en acier à moins d'eaux corrosives. Elles doivent être, de préférence, commandées directement par des dynamos. La pression du refoulement des pompes centrifuges est limitée à un maximum très faible, incapable d'occasionner des accidents par un bouchage subit des tubes ou du tuyau de refoulement, à l'inverse de ce qui se passe alors avec les pompes à pistons. Lorsque l'eau de circulation doit être refoulée ensuite à une hauteur considérable, il convient de la soutirer du bas du condenseur, ainsi sou-

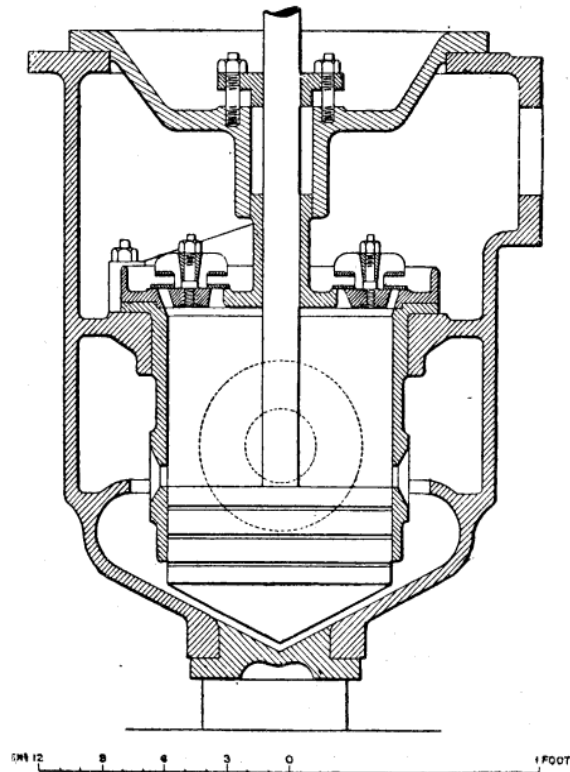


Fig. 3. — Pompe à air *Edwards*.

mis à la pression d'eau la plus faible possible ; l'aspiration est alors reliée à la sortie du condenseur, mais il faut veiller à ce que la pompe soit toujours sur une charge d'eau suffisante pour y empêcher la formation de vapeur qui en compromettrait le fonctionnement.

Le type de pompe à air adopté par l'auteur est celui d'Edwards (fig. 3) sans clapets de pied, dont le piston chasse l'eau à chaque descente, comme en figure 4, pour le refoulement, dans son cylindre, tout en y laissant très librement entrer l'air. Ces pompes peuvent marcher à grandes vitesses et débits. La pompe peut aussi être divisée en deux parties, une pour l'eau, l'autre pour l'air seul, disposition encore discutée bien que très employée en Amérique et en Allemagne. Les pompes à tiroirs doivent être re-

jetées. Les pompes Edwards sont toujours verticales, avec une pente du condenseur vers son aspiration, qui doit être à grande section de manière à en diminuer le frottement et à laisser l'air entrer en libre courant au-dessus de l'eau. Le corps de la pompe

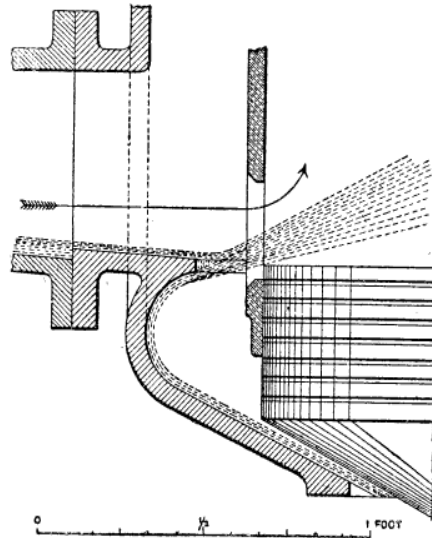


Fig. 4. — Fonctionnement de la pompe à air *Edwards*.

est en fonte; le cylindre, les sièges des soupapes sont en bronze, les soupapes peuvent être en « dermatine » ou analogue et du type Kinghorn.

Comme le vide est toujours plus élevé à la pompe à air qu'au condenseur, il faut

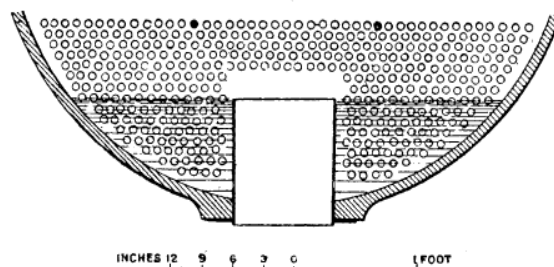


Fig. 5. — Condenseur *Allen*.

abaisser la température de l'eau entrant dans cette pompe de manière à en éviter la réévaporation dans ses espèces nuisibles. On y arrive par un dispositif de l'auteur consistant (fig. 5) à maintenir quelques tubes du bas du condenseur constamment immergés sous une couche d'eau de la vapeur condensée tombant des tubes supérieurs de sorte que l'eau qui arrive à l'aspiration de la pompe est refroidie par une partie de l'eau de circulation. Il en résulte une augmentation du vide de 12 à 20 centimètres, et la tem-

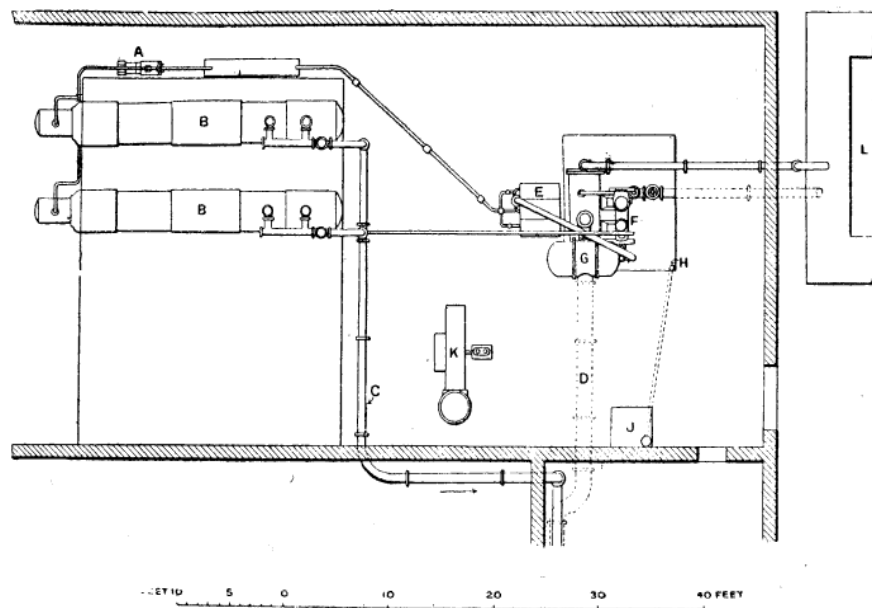


Fig. 6. — Installation des essais de la série (A); A, pompe alimentaire; B, chaudières; C, tuyaux à vapeur; D, tuyaux d'échappement; F, pompe à air et de circulation; G, séparateur d'huile; H, purgeur automatique; J, bac de séparation; K, ventilateur et son moteur; L, tour de refroidissement.

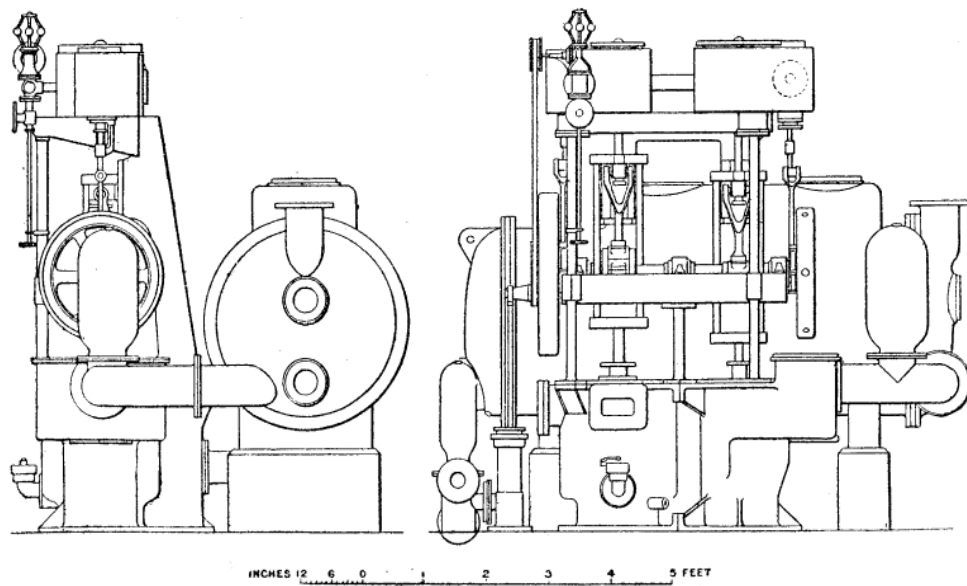


Fig. 7.

pérature de l'eau entrant dans la pompe à air est inférieure à celle de l'eau de circulation à la sortie du condenseur.

L'espace nuisible de la pompe à air doit être aussi réduit que possible; toutes les garnitures susceptibles de donner lieu à des fuites doivent être à joints hydrauliques, qui préviennent les rentrées d'air et les indiquent s'il s'en produit.

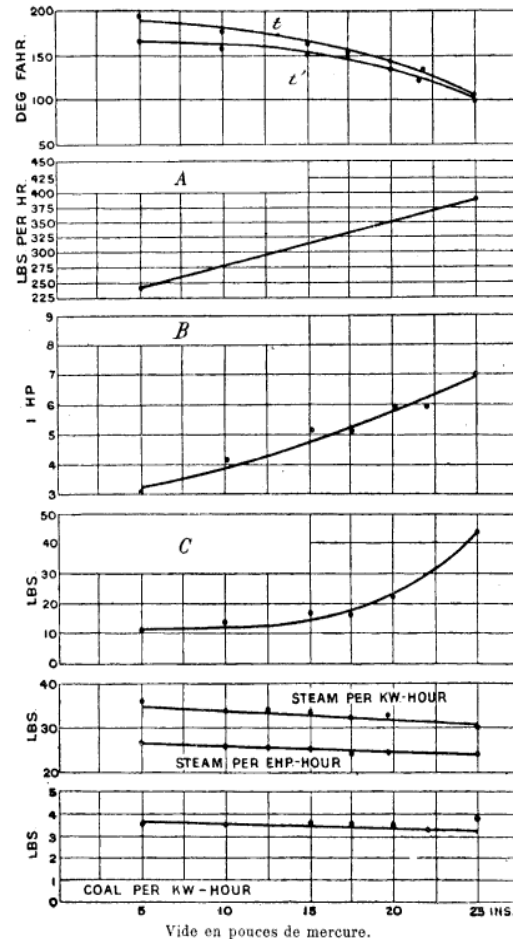
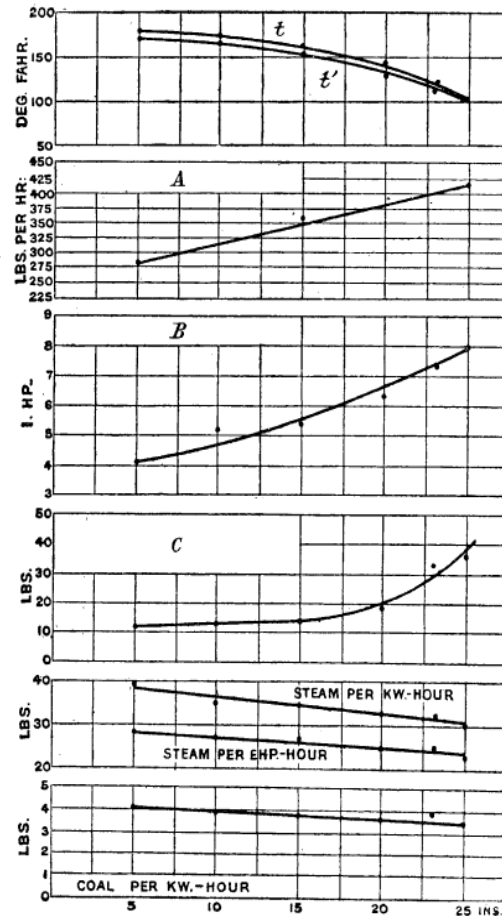


Fig. 8. — t et t' , températures aux sorties de la pompe à air et de l'eau d'alimentation; A et B, dépense de vapeur et puissance indiquée de la machine desservant le condenseur; C, eau de circulation en livres par livre de vapeur condensée.

Lorsque la pompe est commandée par une dynamo, il convient de pouvoir égaliser les pressions sur les deux faces de son piston lors de la mise en train de manière à réduire au minimum le courant de démarrage.

Avec les pompes à grande vitesse, la levée des soupapes doit être aussi faible que possible, de manière à en assurer la fermeture suffisamment vive, pour un bon rende-

ment volumétrique. Il doit toujours y avoir, au-dessus des soupapes, une charge d'eau de 75 à 100 millimètres et, si le débit de la pompe ne peut s'évacuer par gravité, il faut l'enlever par une pompe auxiliaire de manière que la pompe à air même n'ait jamais une charge de refoulement supérieure à la pression atmosphérique; c'est une condi-



Vide en pouces de mercure.

Fig. 9. — t et t' , températures aux sorties de la pompe à air et de l'eau d'alimentation; A et B, dépense de vapeur et puissance indiquée de la machine desservant le condenseur; C, eau de circulation en livres par livre de vapeur condensée.

tion indispensable à remplir, surtout avec les grands vides. On a établi des pompes à air à forte charge de refoulement, mais elles ne sont pas à recommander.

Les moindres détails des pompes à air doivent être exécutés avec le plus grand soin; leurs différentes valves et reniflards doivent être à joints hydrauliques, et faciles à examiner, vérifier et remplacer; les joints des couvercles doivent être à fortes brides et boulons rapprochés.

On peut se rendre rapidement compte de l'état d'un condenseur en déterminant le « rendement de son vide » R_v ou le rapport du vide actuel v à celui V correspondant à la température finale du condenseur au refoulement de la pompe à air $R_v = v/V \times 100$, et dont l'abaissement au-dessous de sa valeur en marche normale indique immédiatement des rentrées d'air.

Essais de la série A. — Ces essais ont été exécutés, en marche normale, sur un

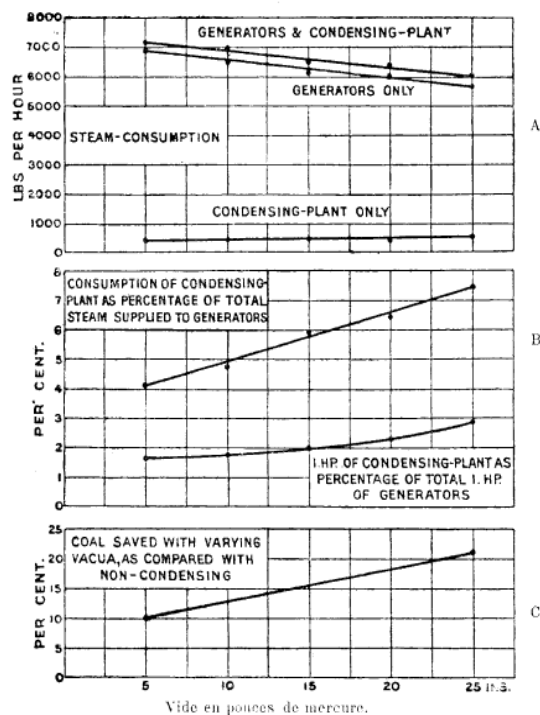


Fig. 10. — Avec les deux machines en marche; A, dépense de vapeur: *a* moteurs et condenseurs; *b* moteurs seuls et *c* condenseur seul; B, dépense de vapeur des condenseurs en p. 100 de *a* et puissance de la machine du condenseur en p. 100 de celle des moteurs; C, économie de charbon avec différents vides, en p. 100 de la dépense sans condensation.

condenseur directement relié à l'échappement, de trois machines rapides compound, dont deux à cylindres de 300 et 530 × 230 de course marchant à 300 et 375 tours, et l'autre de 190 et 380 × 200, à 450 tours : ils ont été exécutés dans la seconde moitié de 1903, aux Queen's Engineering Works, avec l'installation représentée en figure 6. Les trois moteurs, ou groupes électrogènes, du type Allen, à pression d'admission de 14 kilogrammes, et de 163, 137,5 et 62,5 kilowatts, échappaient, par des coudes en cuivre, dans un tuyau commun en fonte de 300 millimètres de diamètre × 17 mètres de long, avec séparateur d'huile automatique, et, de là, au condenseur : on portait à la dépense de vapeur l'eau recueillie au séparateur d'huile.

Le condenseur cylindrique était (fig. 7) desservi par des pompes à air et de circula-

tion à pistons de 355 et 230 millimètres $\times$ 150 de course, commandées par un moteur compound à cylindres de 150 et 300 $\times$ 150 de course; surface des tubes de condensation 65 mètres carrés. La vapeur était fournie par deux chaudières Babcox, pouvant

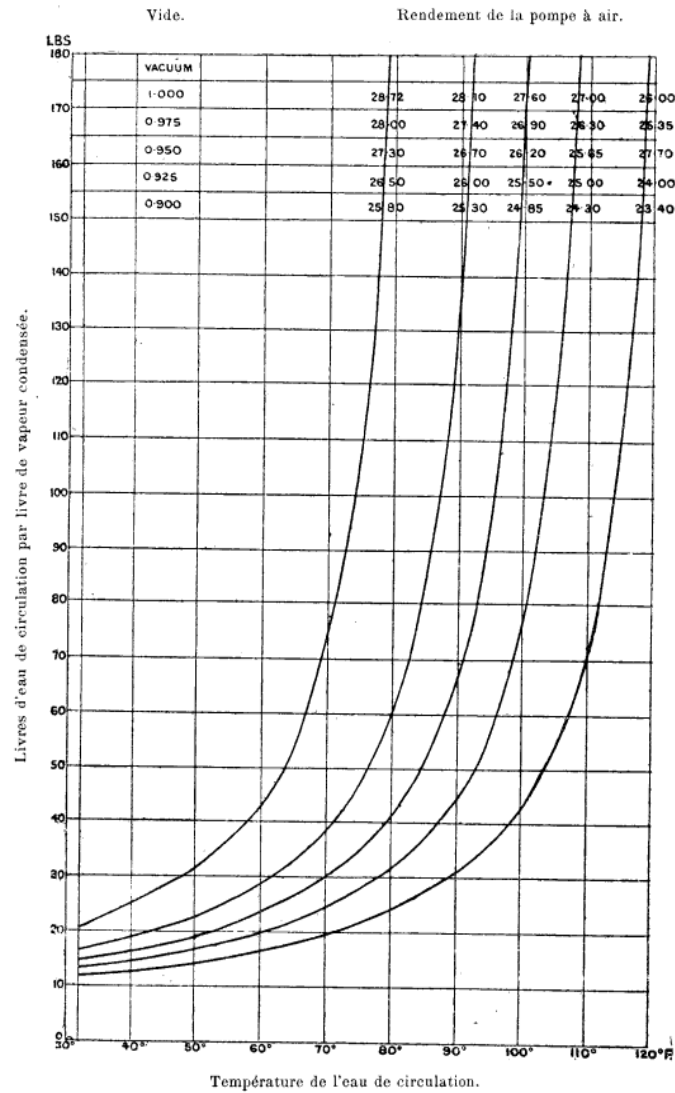


Fig. 11.

vaporiser 1800 kilogrammes par heure, alimentées par une pompe Worthington, avec une tuyauterie bien enveloppée de manière à diminuer le plus possible les condensations entre les chaudières et les moteurs. L'eau de condensation de la pompe à air était mesurée dans des réservoirs soigneusement jaugés à la température de 40°, corrections

faites par rapport à cette température. L'eau de circulation, prise dans une citerne près du condenseur, était refroidie dans une tour de bois verticale, où elle tombait sur des châssis en bois d'une hauteur de 7^m,50 au-dessus du condenseur; le débit de cette eau était mesuré au moyen d'un déversoir de 457 millimètres de large, en ouverture rectangulaire au haut de la tour. Le vide se mesurait par des manomètres à mercure repérés sur un baromètre Fortin étalon. Le charbon était de la houille des Galles, semi-bitumineuse, d'une puissance calorifique de 7960 calories.

Les essais se divisent en deux séries (I) avec une seule machine et un facteur de

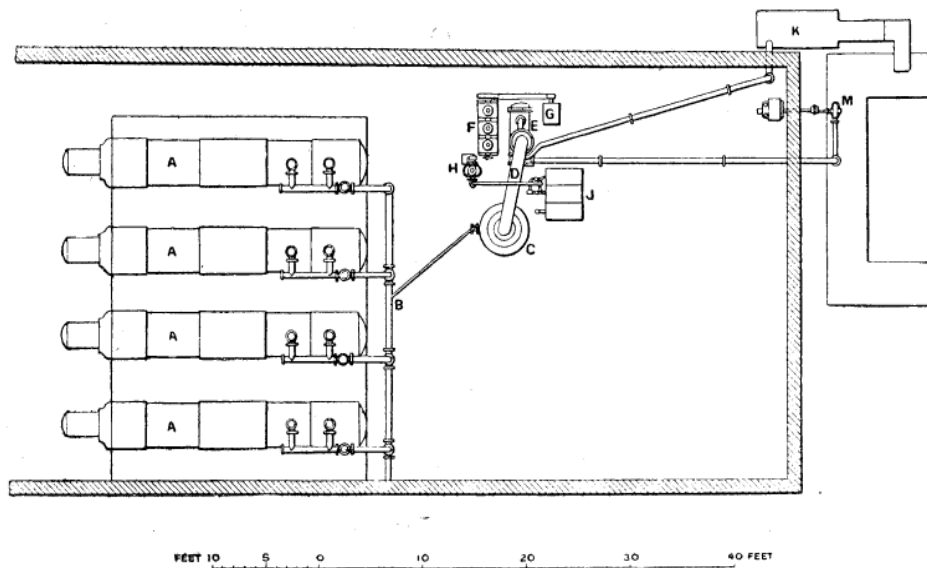


Fig. 12. — Installation des essais de la série (B). — A. Chaudières. — B. Tuyaux de vapeur. — C. Réservoir. — D. Tuyau d'échappement. — E. Condenseur. — F. Pompes à air. — G. Moteur de F. — H. Pompe élévatrice de la vapeur condensée. — J. Bacs jaugeurs. — K. Déversoir. — L. Tour de refroidissement. — M. Pompe de circulation.

puissance variant de 88 à 95 p. 100 et (II) avec deux machines et des facteurs de 72 à 75 p. 100 (fig. 8 et 9). On voit, par les diagrammes de ces essais, que les dépenses de charbon et de vapeur diminuent quand le vide augmente, de sorte que, si l'on pouvait prolonger la détente de ces machines rapides, il y aurait intérêt à augmenter encore le vide. Mais on augmenterait, en même temps, les dimensions du condenseur et des cylindres des machines, leurs prix d'achat et d'entretien, et aussi l'influence des parois des cylindres, ce qui contre-balancerait, et au delà, le bénéfice du meilleur vide. Dans l'état actuel de la construction, un vide de 630 à 660 millimètres de mercure, sous une pression barométrique de 760, est la limite qu'il ne faut guère chercher à dépasser pour une série de petites machines compound à échappement commun dans un condenseur à surfaces indépendant. Il se produisait, des machines au condenseur, une perte de vide considérable, augmentant avec ce vide; mais il n'est pas certain qu'on gagnerait à augmenter le diamètre du tuyau d'échappement pour diminuer cette perte; elle

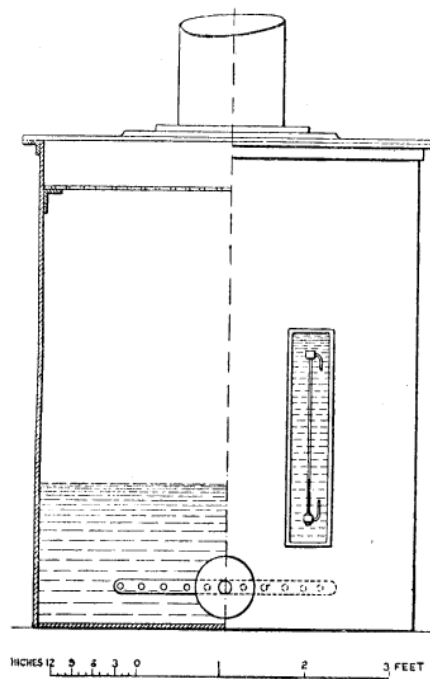


Fig. 13.

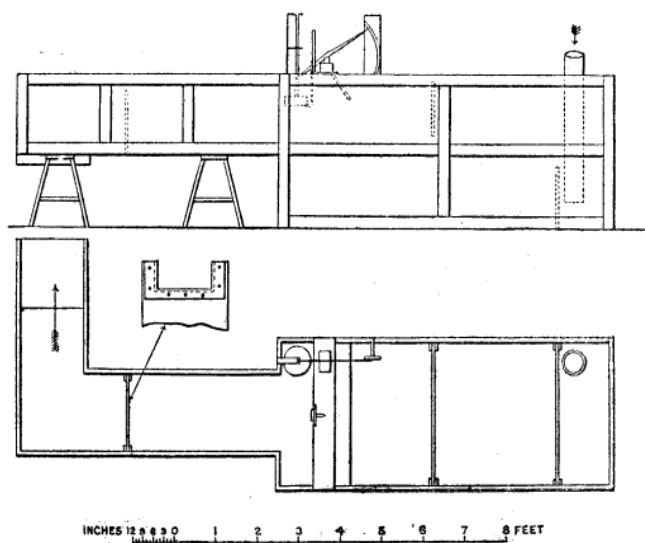


Fig. 14.

montre seulement l'intérêt de placer les condenseurs aussi près que possible des moteurs.

D'après les diagrammes fig. 10, déduits des essais (II) avec les deux machines, on voit que la puissance absorbée par la condensation fut d'environ les 2,8 p. 100 de celle développée par les machines, avec une dépense de vapeur correspondante de 7,5 p. 100 de celle de ces machines.

Le condenseur et sa tour de refroidissement ont coûté 1 145 livres (28 625 francs) et exigent, avec un amortissement à 12,5 p. 100 l'an, des frais annuels d'entretien et de conduite de 190 livres. D'autre part, d'après des essais sans condensation, l'économie

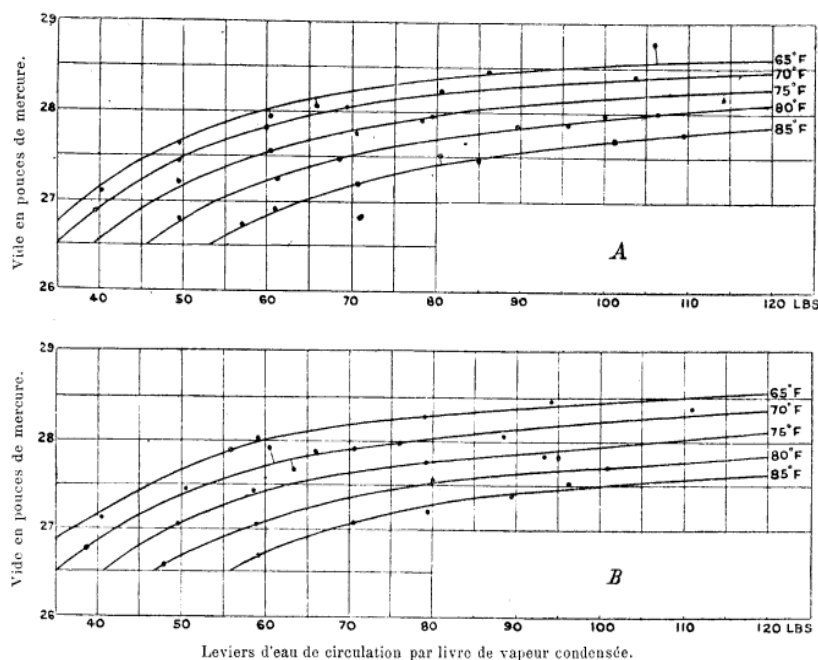


Fig 13. (a). — A. 1 500 livres de vapeur condensée par heure ou $24^{kl},5$ par mètre carré de surface condensante. — B. 2 000 livres de vapeur condensée par heure ou 100 kil. par mètre carré.

de charbon est d'environ 90 kilogrammes par heure, soit, pour 2800 heures de travail par an et avec du charbon à 22 s. 6 d. la tonne, une économie annuelle d'environ 281 livres (7000 francs). En outre l'absence de condensation exigerait un accroissement de chaudières d'une valeur de 550 livres environ, entraînant à une dépense annuelle, amortissement à 12 1/2 compris, de 106 livres, et l'on peut évaluer à 33 livres environ l'économie de l'eau d'alimentation résultant de la récupération de l'eau de circulation, total qui porte à environ 230 livres (5750 francs) l'économie annuelle de la condensation en vide moyen de 635 millimètres.

Avec ce vide, et une pression barométrique de 760, il faut, pour déterminer les dimensions d'une installation de condensation analogue à celle des essais, tenir compte :

(a) de la température de l'eau de circulation, d'après les données du diagramme fig. 11;

(b) de la surface des tubes du condenseur, que l'on doit prendre de $0^{\text{m}^2},02$ à $0^{\text{m}^2},025$ par kilo d'eau condensée par heure suivant que la température de l'eau de circulation est égale ou supérieure à 15° ;

(c) de la capacité volumétrique de la pompe à air, dont les cylindrées doivent être d'au moins 40 litres par kilogramme de vapeur condensée.

Essais de la série B. — Ces essais ont eu pour objet de déterminer le vide maximum possible à différentes températures de l'échappement et de l'eau de circulation, ainsi qu'avec différents débits de cette eau, dans les conditions d'un condenseur relié directement à une turbine.

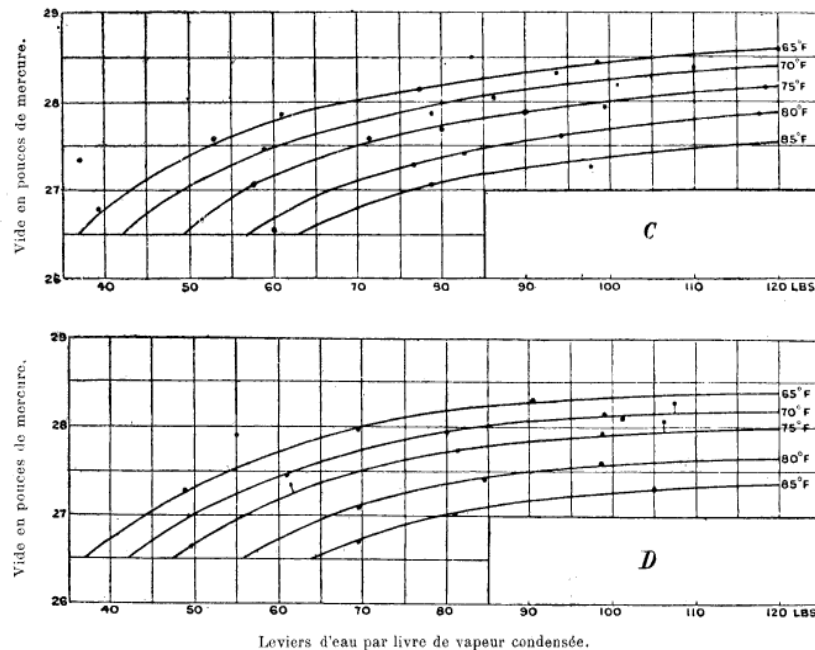


Fig. 13 (b). — C. 2 500 livres de vapeur condensée par heure ou $40^{\text{m}^2},7$ par mètre carré de condenseur et par heure. — D. 3 000 livres de vapeur par heure ou 49 kil. par mètre carré.

On y étudia aussi les points très importants suivants :

- 1° Surface de tubes nécessaire par kilogramme de vapeur condensée par heure.
- 2° Effet de la température de la vapeur entrant au condenseur sur le vide obtenu.
- 3° Rendement possible du vide et action des fuites sur le rendement.
- 4° La chaleur absorbée par l'eau de circulation dans son passage au travers des tubes.
- 5° La capacité volumétrique de la pompe à air par kilo de vapeur condensée par heure.

L'installation des essais (fig. 12) fut établie pour une condensation maxima de 3 000 livres (1 350 kilogrammes) par heure. La vapeur fournie par les chaudières à 14 kilogrammes, avec une surchauffe de 45 à 50° , est abaissée, par une valve rédu-

trice, à une pression variant de 0 kil. 60 à 1 kil. 80, sous laquelle elle passe au grand réservoir C (fig. 13) d'où elle se rend au condenseur E par un court tuyau en fonte de

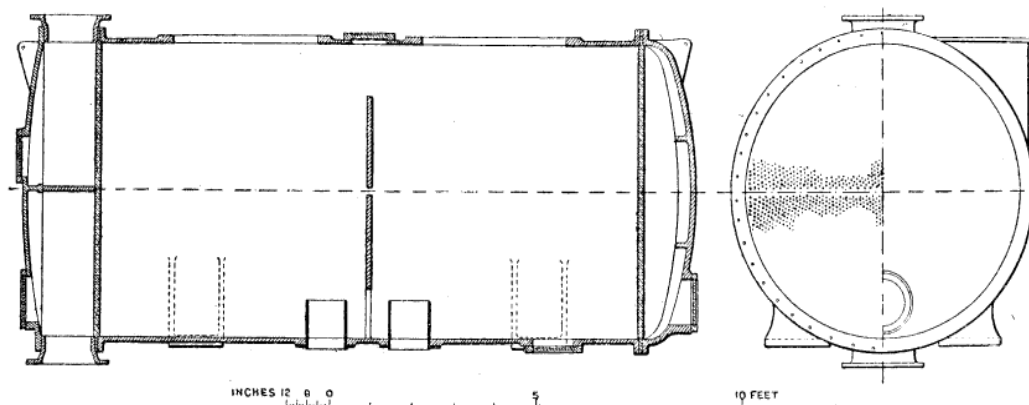


Fig. 16.

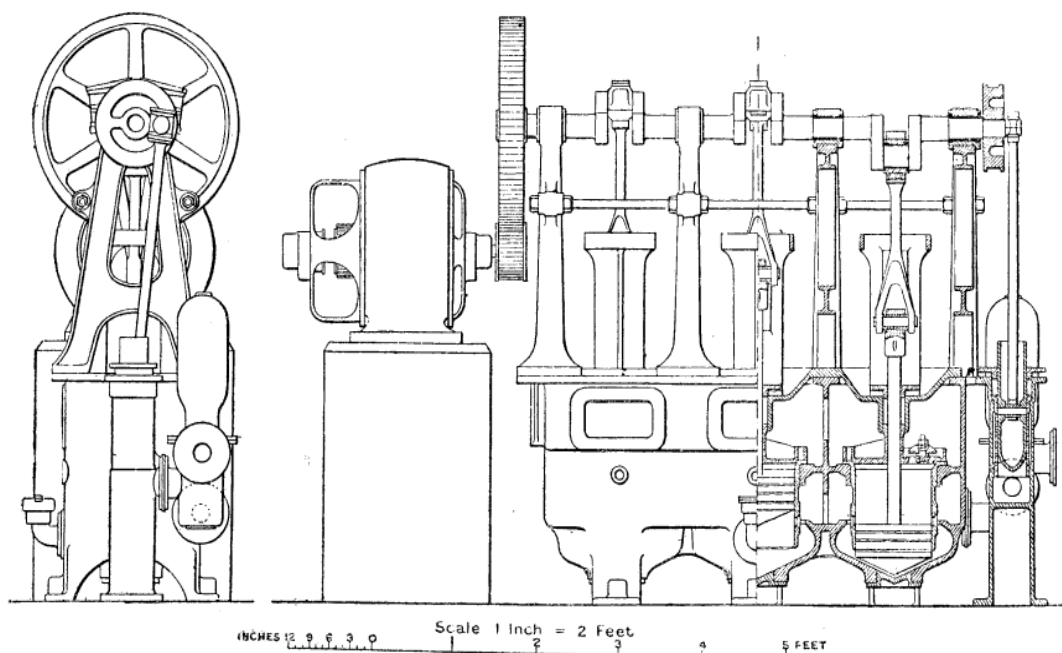


Fig. 17.

380 millimètres de diamètre. La vapeur arrivait, par un serpentin perforé au bas du réservoir C, sous une couche d'eau de 460 millimètres, reliée à la canalisation de la ville et maintenue constamment à la température correspondant au vide du conden-

seur, donnée par la température de la décharge de la pompe à air. Après avoir traversé cette eau, la vapeur rencontrait, au haut du réservoir C, un diaphragme perforé, qui la débarrassait de l'eau entraînée. La chute du vide du condenseur au réservoir variait de 2^{mm},5 à 10 millimètres ; le niveau de l'eau dans le réservoir était donné par un tube (fig. 14) enfermé dans une cage d'eau de manière à indiquer les fuites d'air au réservoir. On abaissait ainsi, par cette eau, la température de la vapeur surchauffée jusqu'à celle de saturation correspondante au vide, et indiquée par des thermomètres, de sorte que l'état de la vapeur dans ce réservoir correspondait à celui de la vapeur s'échappant à la même pression d'une turbine.

La surface des tubes est de 27^{m²}, 87 ; les rangées inférieures, représentant environ

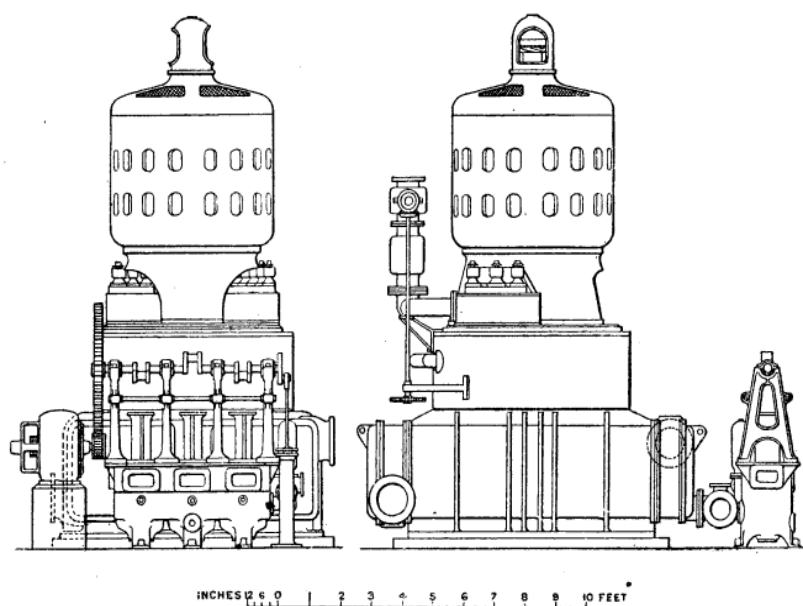


Fig. 18.

10 p. 100 de cette surface, plongent dans l'eau de condensation, comme en fig. 5 ; le réservoir c était relié au condensateur E par un tuyau de 380 × 2^m,13 de long, avec deux coudes à angles droits et débouchant sur le condenseur par deux branchements de 215 millimètres de diamètre intérieur, dimensions aussi grandes que possible de manière à réduire la perte de vide entre le réservoir et le condenseur. La pompe à air, du type Edwards, est à 3 cylindres, de 250 × 180 millimètres de course, assez grande pour que deux de ces cylindres suffisent largement ; en fait, on n'en employa que deux pendant les essais. L'eau de condensation passe de la pompe à air à une pompe de refoulement commandée par son arbre, et qui la refoule dans les réservoirs jaugeurs des premiers essais A. L'eau de circulation, fournie par un réservoir près du condenseur, était refroidie par une tour à l'air libre, avec pompe d'élévation spéciale ; la pompe de circulation, centrifuge, était commandée directement par une dynamo. La

mesure de son débit se faisait comme dans les précédents essais. Avant chaque essai, on obturait les fuites le mieux possible, et on s'assurait que le rendement du vide atteignait au moins 98,5 p. 100; ce rendement atteignait souvent 99 p. 100, et parfois 99,5 p. 100.

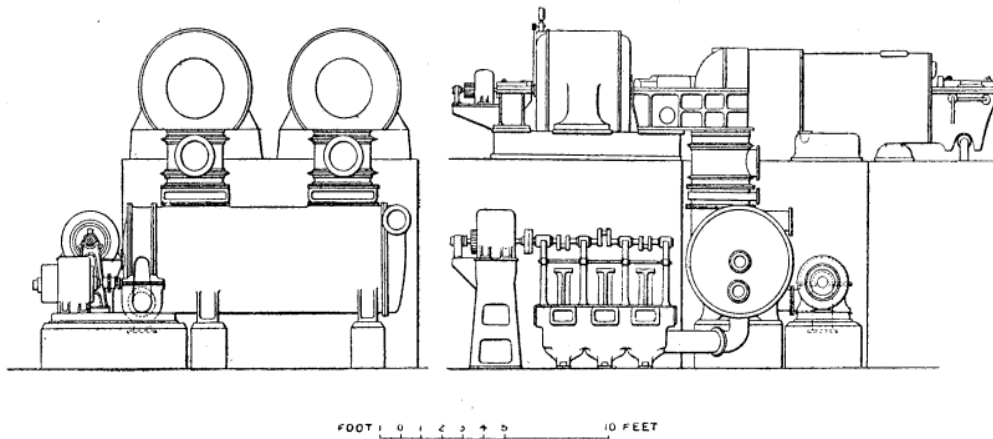


Fig. 19.

On fit quatre séries d'essais *a, b, c* et *d*, avec des condensations respectives de 1 500, 2 000, 2 500 et 3 000 livres par heure ou de 5,28, 8,25 et 10 livres par pied carré

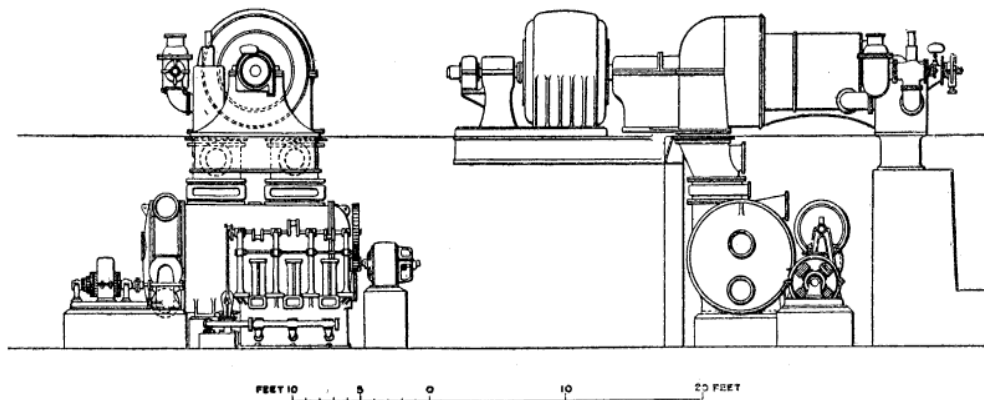


Fig. 20.

de la surface des tubes (29, 33, 40 et 49 kil. par mètre carré), avec des températures respectives de 17, 18, 19 et 24° à l'entrée du condenseur. La cylindrée de pompes à air était d'environ 46 litres par kilogramme de vapeur condensée.

Les diagrammes fig. 15 représentent les principaux résultats de ces essais. On voit qu'avec des températures initiales de l'eau de circulation variant de 18 à 21° (65 à 70° Fahr.) on peut maintenir un vide de 723 millimètres (28 p. 5) en pleine charge, avec

une seule pompe. Avec un rendement du vide de 98,5 p. 100 au moins, on peut obtenir ce résultat avec une capacité volumétrique de la pompe de 31 litres par kilogrammes de vapeur condensé, mais il ne faut guère, en pratique, descendre au-dessous de 46 litres.

Comme exemples de dispositifs de condensation, M. Allen cite les suivants :

Celui de la figure 16 est un condenseur pour turbines, cylindrique, avec grandes ouvertures pour réduire au minimum la vitesse d'entrée de l'échappement, et tubes plus espacés dans les rangées supérieures, pour faciliter cette entrée.

On voit, en figure 17, la disposition d'une pompe à air triple Edwards, commandée par l'électricité, comme en figure 18, où le condenseur sert de socle à la turbine. La vitesse de ces pompes y varie de 167 à 175 tours par minute, le rendement du vide de 97 à 99 p. 100, et le vide de 720 à 750 millimètres : puissance moyenne 750 kilowatts, surface du condenseur 201 m^2 ; pompe à air de 280×200 de course. La disposition du condenseur sous la turbine en réduit au minimum les fuites et les résistances, ainsi que l'encombrement.

Avec les turbines Parsons, on peut employer la disposition figure 19, à condenseur sous les deux turbines. La disposition figure 20 s'applique à une turbine Willans Robinson de 3 000 kilowatts, avec un condenseur de 1 022 mètres carrés.

Pour mesurer le vide avec exactitude, il faut se servir d'un manomètre à mercure, et l'auteur donne la préférence au manomètre différentiel, qui donne la différence entre la pression de l'atmosphère et celle du vide au condenseur, moins sensible que les manomètres absolus, mais plus sûr, car, dans ces derniers, il peut rester, au-dessus de la colonne barométrique, une trace d'humidité suffisante pour en fausser les résultats.

CORROSION DES TUBES DE CONDENSEUR A LA MER (1)

D'après M. H. Sexton, les tubes des condenseurs à surface, en laiton de 70 p. 100 Cu et 30 p. 100 Zn, se trouvent, lorsqu'on les retire pour les remplacer, soit entièrement usés par place avec des parties tout à fait intactes, soit usés comme précédemment et, en outre, piqués avec certains points de leur surface intérieure complètement dézingués, réduits au cuivre, souvent à une très grande profondeur ; parfois, ce piquage s'étend par plaques et jusqu'à trouser les tubes, et ces trous se trouvent souvent en ligne au bas des tubes. C'est sous cette forme que les tubes donnent le plus d'ennuis, et périssent le plus vite.

On trouve, dans ces tubes, toute espèce de dépôts, noirs ou bruns, renfermant souvent de l'oxyde de fer ; des plaques vertes irrégulièrement disséminées ; des cristaux blancs en aiguilles ou nodules. Ces corrosions, qui se présentent principalement à la mer, sont alors dues à la présence de la salure de l'eau qui traverse les tubes, aidée par la présence de l'oxygène et de l'acide carbonique dissous dans cette eau, comme le montre l'analyse suivante d'un de ces dépôts : oxyde de cuivre 30,85 p. 100 chlorure de cuivre 3,20, oxyde de zinc 30,80, oxyde de fer 11,40, matières insolubles 3,08, matières organiques, acide carbonique, eau 20,67 p. 100. Dans ce cas, en effet, le dépôt est composé de chlorure et de carbonate de cuivre et de zinc, renfermant du cuivre et du zinc en quantités égales, bien que le laiton du tube renferme

(1) *Engineering Magazine*, novembre 1905.

7 de cuivre pour 3 de zinc, lequel est, par conséquent attaqué bien plus activement que le cuivre. L'oxyde de fer, qui se retrouve dans presque toutes ces corrosions, provient des parois en fonte du condenseur. Avec du laiton à 66 p. 100 de cuivre au lieu de 7,70 p. 100, l'eau de mer n'enlève que très peu de cuivre, jusqu'à 146 et 214 fois plus de zinc dans des attaques expérimentales par cette eau froide ou à 80°; les dépôts sont alors constitués presque entièrement de sels de zinc.

Ces faits expliquent la dézincation des tubes suivie d'une érosion du cuivre laissé spongieux par cette dézincation; la difficulté est d'expliquer pourquoi certains tubes se corrodent beaucoup plus vite que d'autres dans des conditions apparemment semblables.

On ne saurait, d'après l'auteur, l'attribuer à des défauts de fabrication des tubes à 70 p. 100 de cuivre, dont la composition et l'aspect sont uniformes presque toujours. Les cristaux du laiton, rompus par l'étirage, se refont au recuit, en des grains très différents suivant la durée et la température du recuit; mais ces différences, qui affectent profondément la résistance mécanique de l'alliage, n'auraient pas, d'après les expériences de l'auteur, d'influence sur sa résistance à la corrosion et à la dézincation. On a essayé, pour atténuer ces corrosions, l'addition de 1 p. 100 d'étain, puis l'étamage des tubes, mais sans avantages réels. Une couche de graphite augmente considérablement l'action de l'eau de mer. Des eaux acides, renfermant, par exemple, 1 p. 100 d'acide sulfurique, n'attaquent pas plus que l'eau de mer. Des tubes, très légèrement attaqués par des sulfures, nettoyés, puis soumis à l'eau de mer, se corrodent ensuite très rapidement. Quant aux huiles et graisses, leur action, nulle à l'intérieur des tubes, est très faible à l'extérieur, où ils sont amenés par la vapeur à condenser.

D'après l'auteur, les corrosions irrégulières sont dues, en dehors des corrosions normales par l'eau de mer, à, presque toujours, des actions électrolytiques par contact de substances électro-négatives, souvent du carbone. Ces impuretés viennent du passage de l'eau sur des surfaces malpropres. On trouve parfois des cendres entraînées par l'eau dans les tubes. Les parois en fonte du condenseur s'oxydent parfois, et leur graphite se dépose dans les tubes. Dans les rivières malpropres, comme la Clyde, l'eau renferme souvent des poussières de cendres ou de charbon, qui corrodent très rapidement les tubes.

Ces corrosions se produisent de préférence très rapidement dans les tubes où la circulation est accidentellement ralentie. Il faut, pour les éviter, visiter et nettoyer fortement les tubes; ne jamais les laisser pleins d'eau quand le condenseur est au repos, mais les vider après les avoir soigneusement nettoyés avec de l'eau propre.

LES PORTE-PLUMES A RÉSERVOIR, d'après M. J. P. Magennis (1).

Après un historique très complet des plumes à réservoir, l'auteur décrit les plumes suivantes actuellement employées.

La plume *Quill* (fig. 1), de M. Hicks, est alimentée au dos par l'écoulement capillaire de l'encre du réservoir sur une tige de fer ondulée de manière à serrer dans le réservoir suffisamment pour maintenir encore l'avant porte-plume lorsqu'on le retire pour remplir le réservoir.

Le *Pelican* de Delarue renferme (fig. 2) trois pièces : le porte-plume F, le réservoir

(1) *Society of Arts*, 3 et 10 novembre.

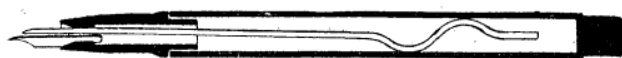


Fig. 1.

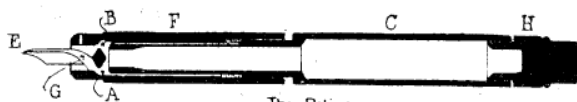
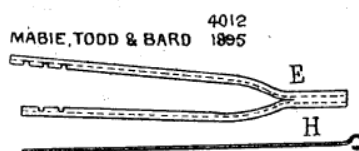
The Pelican
Fig. 2.The Dragon
Fig. 3.The Camel
Fig. 4.The Fenchurch The Fleet.
Fig. 5.

Fig. 6.

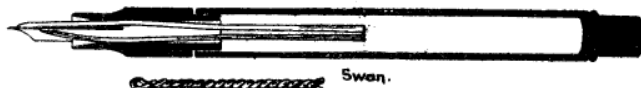


Fig. 7.

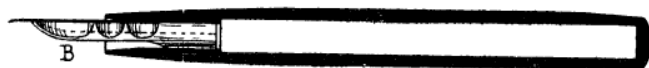
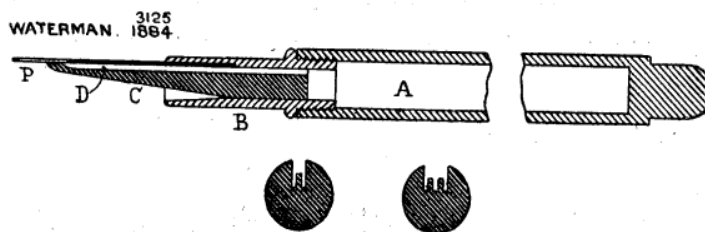
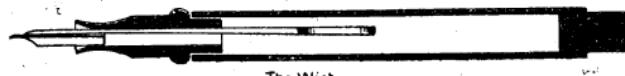
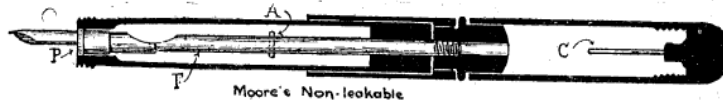
The Waterman
Fig. 8.

Fig. 9.



The Wirt

Fig. 10.



Moore's Non-leakable

Fig. 11.



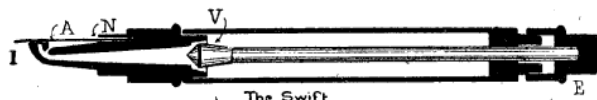
The Horton

Fig. 12.



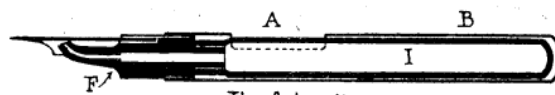
Caw's Safety

Fig. 13.



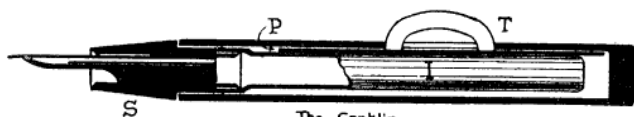
The Swift

Fig. 14.



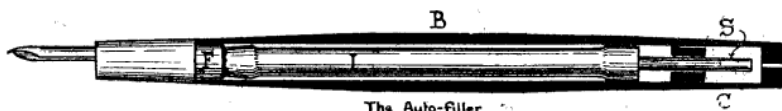
The Automatic

Fig. 15.



The Conklin

Fig. 16.



The Auto-filler

Fig. 17.

C et le bouchon HC, qui se visse dans F jusqu'à fermer les ouvertures A et B. A communique avec la gouttière G, qui amène l'encre sur le dos de la plume E, et le trou B, admet automatiquement des volumes d'air égaux à ceux des gouttes d'encre dépensées. Ces plumes sont construites avec le plus grand soin.



Fig. 18.

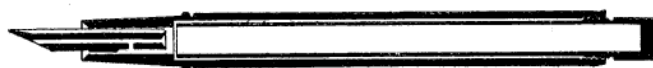


Fig. 19.

Dans la plume *Dragon*, construite par l'« American Pencil Co », l'encre est amenée (fig. 3), par une gouttière en V renversé, à une petite aiguille au-dessus de la plume.

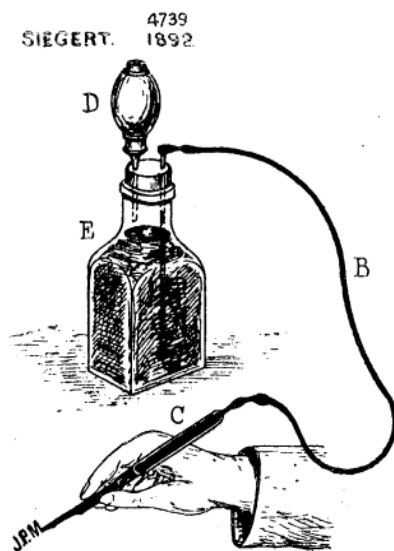


Fig. 20.

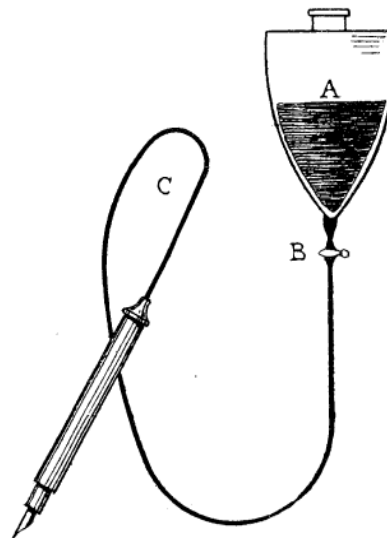


Fig. 21.

L'alimentation de la plume *Camel*, d'Ormiston et Glass, se fait (fig. 4) par une tige à trous d'air et d'encre terminée par une languette et fendue pour recevoir la plume.

La *Fleet* (fig. 5) extrêmement bon marché (0 fr. 65) a sa plume P constituée par un bouchon élastique, enfoncé dans le réservoir B et fendu d'un trait de scie amenant l'encre à sa partie supérieure.

La *Swan* de MM. Mabie Todd et Bard (1895) est alimentée (fig. 6) par les deux bras

d'un tube E, fendu en deux et constituant ainsi deux canaux ou gouttières, dont les extrémités saisissent le bout de la plume; ces extrémités sont pourvues d'encoches permettant la rentrée de l'air en remplacement de l'encre écoulée. Dans la partie non divisée du tube, passe une tige d'argent H, unie ou tordue (fig. 7), et dont le poli repousse l'encre et facilite la rentrée de l'air au réservoir. Ces plumes sont excellentes.

Il en est de même des *Waterman* (fig. 8 et 9) (1884) alimentées, en D, sous la plume P, par les rainures multiples de la gouttière C du tube B, enfoncé dans le réservoir A, et disposées de manière à permettre les rentrées d'air. De chaque côté de la rainure centrale d'environ 1^{mm},5 de large se trouvent des pochettes B destinées à recueillir l'excès d'encre ainsi tenu en réserve.

La plume de *Wirt* (1883, fig. 10) est alimentée par l'encre qui s'écoule le long d'une languette de caoutchouc appuyée sur la plume; l'air rentre, bulle à bulle, par le dessous de la plume. Cette plume très simple fonctionne bien.

La plume *Moore* (fig. 11) peut se retirer par la tête de l'alimentateur F d'une longueur limitée par le taquet A. Après ce retrait on visse sur P le bouchon jusqu'à ce



Fig. 22.



Fig. 23.

que sa languette C vienne appuyer sur P et empêcher ainsi tout mouvement de la plume. Ce porte-plume est absolument étanche dans toutes les positions. Le retrait de la plume dans le réservoir se fait, avec les types de *Horton* et de *Caves* (fig. 12 et 10) en tournant le bouton M, qui entraîne la vis longue C, en prise avec un téton de l'alimentateur F. Lorsque la plume est avancée pour écrire, l'extrémité de cet alimentateur ferme le réservoir, dont l'encre ne peut plus s'écouler que par la fente réservée sur le dos de la plume. Ces plumes fonctionnent très bien. Dans la *Swift* (fig. 14), l'alimentation se fait en A, sous la plume I, retenue dans la fente N, avec, en même temps, rentrée d'air aussi par A, et, au repos, la valve V, poussée par E, empêche toute fuite. L'*Automatic* (fig. 15), qui date d'au moins 1878, a son réservoir I en caoutchouc souple attaché à l'alimentateur F, et l'encre est expulsée par la pression du doigt en A sur une fente de l'enveloppe laissant toucher I. Pour le remplissage, on enlève B, on raplatit I, on plonge F dans l'encre et on laisse I se regonfler. La plume *Conklin* (fig. 16), analogue à la précédente, se remplit en aplatissant I par l'étrier T et sa bande P. Dans l'*« Auto Filler »* (fig. 17) l'aplatissement de I se fait en tournant la tige S de manière à tordre I autour de sa fixation en F. Dans ces derniers types, le remplissage se fait donc très simplement, mais le tube en caoutchouc I s'use rapidement. Le remplissage de la plume « Post » se fait (fig. 18) en tirant le piston P par sa tige télescopique ER; c'est

un type très pratique. Le tube intérieur de l'*Eagle* (fig. 19) se retire pour le remplissage. L'encre passe sous la plume par la rainure supérieure de l'alimentateur et l'air entre par le trou central et la rainure intérieure.

Les plumes de *Siebert* et de *Galland-Masson* sont (fig. 20 et 21) reliées à des réservoirs d'encre par des tubes capillaires et alimentées soit par la pression de l'air par compression de la poire en caoutchouc D, soit par gravité.

La plume de *Eyre* et *Spottishwoode* (fig. 22) repose sur un bouchon de caoutchouc, qui ferme le réservoir et alimente la plume par une rainure sous la plume. Prix, 0 fr. 30. La plume de *Myers* (fig. 23) ne coûte que 0 fr. 10. L'encre y arrive sous la plume par

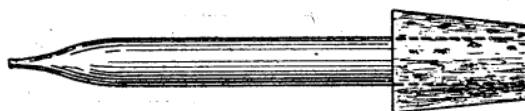


Fig. 24.

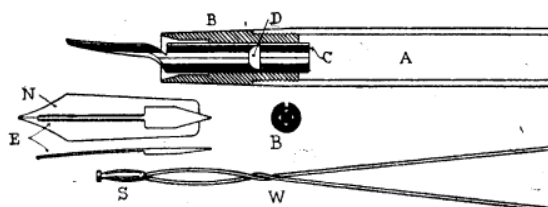


Fig. 25.

capillarité d'un morceau de bois dans une petite poche en métal. Cette plume est réellement pratique.

Les dernières plumes *Swan* ont (fig. 25) leur réservoir A vissé sur B qui renferme l'alimentateur C, à trou rectangulaire avec chambre D et languette métallique E sous la plume N et l'écoulement de l'encre est réglé par un bouchon cylindro-conique S, au bout du double fil W, et enfoncé dans le trou carré de C, par les côtés duquel l'encre s'écoule.

Il faut avoir soin de laver de temps en temps les conduits des plumes, ce qui peut se faire facilement par un jet d'eau obtenu au moyen d'un tube effilé (fig. 24) avec bouchon que l'on enfonce dans un robinet d'eau de la ville.

L'auteur termine en signalant une plume à réservoir décrite, en 1723, par M. *Bion*, dans son ouvrage sur les instruments mathématiques, publié en français.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 27 octobre 1905.

Présidence de M. Brull, vice-président.

M. le Président fait part des pertes particulièrement douloureuses éprouvées par la Société, pendant ces vacances, par les décès de *MM. Bouguereau* et *Risler*, membres des Comités des Beaux-Arts et de l'Agriculture, *Ramousset*, architecte de la Société, et *J. Thiry*, ingénieur-directeur de la maison Otto et C^{ie}, membre de la Société. Il se fait, auprès des familles de ces messieurs, l'interprète des vifs regrets de la Société d'Encouragement.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. le ministre de l'Agriculture informe qu'il a accordé à la Société d'Encouragement une subvention de 1700 francs. *M. le Président* renouvelle à *M. le ministre* les remerciements de la Société.

MM. Vinsonneau et *P. Hédeline* déposent un pli cacheté, en date du 7 octobre, intitulé : *Méthode de séchage des chaussées goudronnées, procédé J. Vinsonneau et P. Hédeline*.

M. Dorence (L.), 225, boulevard Raspail, présente un *fumivore* de *M. Clément*. (Arts mécaniques.)

M. Roullot, 34, boulevard de l'Ouest, au Raincy, demande un brevet pour une *poulie extensible*. (Arts mécaniques.)

MM. Glaenzer et C^{ie} présentent leurs *roulements sur billes* D. W. F. (Arts mécaniques.)

M. Morice (G.), 28, rue de la Paix, au Havre, demande le concours de la Société pour l'exécution d'un appareil dit *Paraflue*, destiné à aveugler provisoirement les voies d'eau des navires. (Arts mécaniques.)

MM. Getting et *Jonas*, 2, rue Coquenard-la-Briche, Saint-Denis, présentent des *courroies lamellaires*, type « Titan ». (Arts mécaniques.)

M. Champagne (J.), à Arcueil, demande un brevet pour un *anticryptogamique* destructeur des insectes de la vigne. (Agriculture.)

M. Harivel, 57, boulevard Bineau, Neuilly, demande un brevet pour une substance pouvant remplacer le caoutchouc. (Arts chimiques.)

M. Beau (Marcel), 6, rue François-Miron, demande un brevet pour un moteur électrique. (Arts économiques.)

M. Tellier, 75, rue d'Auteuil, présente un stérilisateur d'eau. (Arts économiques.)

M. Amiot (P.), 6, avenue de l'Église, Créteil, demande un brevet pour une nouvelle bobine d'induction. (Arts économiques.)

MM. Champagne (J.) et Cesario (J.), 6, rue de Vanves, demandent un brevet pour un avertisseur d'incendies électrique. (Arts économiques.)

M. de Lanessan, président de la Société de colonisation et d'agriculture coloniale, remercie la Société de l'hospitalité donnée, en son hôtel, pour la réunion annuelle de la Société de colonisation.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Dabat, directeur au Ministère de l'Agriculture, présenté par M. Ringelmann.

M. Duchesne (Georges), ingénieur à Liège, présenté par MM. Dwelshauvers-Déry et G. Richard.

M. Oudart (Henri), ingénieur aux usines Saint-Jacques, à Montluçon, présenté par MM. Grenet et Orfila.

M. Wery (G.), professeur à l'Institut agronomique, présenté par MM. Tisserand et Hitier.

NOTICE NÉCROLOGIQUE. — M. Tisserand donne, au nom du Comité d'Agriculture, lecture de sa notice sur M. Risler.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Sont lus et approuvés les rapports de :

M. Hitier, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'ouvrage de M. Méline, intitulé : *Le retour à la Terre*.

M. Pillet, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *châssis à tendre les toiles*, de M. Graillet.

COMMUNICATIONS. — M. Périssé (S.) fait une communication sur l'*Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare*.

Cette communication est suivie d'une discussion à laquelle prennent part MM. Dubois et H. Le Chatelier.

M. le Président remercie MM. Périssé, Dubois et Le Chatelier, de leurs très intéressantes communications, qui seront reproduites au *Bulletin*.

Séance du 10 novembre 1905.

Présidence de M. Huet, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. G. Cathelain, 60, rue Olivier-de-Serres, demande une annuité de brevet pour un *appareil à filtrer l'huile*. (Arts économiques.)

M. Delone demande le concours de la Société pour la construction d'un *jouet* primé au concours de 1903. (Arts économiques.)

DÉCLARATIONS DE VACANCES. — Sont déclarées les vacances suivantes :

Une vacance au Comité des Arts mécaniques, en remplacement de *M. E. Simon*.

Deux vacances au Comité d'Agriculture, en remplacement de *MM. Risler et Thénard*.

Deux vacances au Comité des Beaux-Arts, en remplacement de *MM. Bouguereau et Guillaume*.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Est lu et approuvé le rapport présenté par *M. Flammant*, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'*Ondulium*.

COMMUNICATIONS. — Sont faites les communications de :

M. Pigeon, sur un *Stéréoscope à grand champ*.

M. G. Richard, sur les *Périodiques du trimestre août-novembre 1905*.

M. le Président remercie *M. Pigeon* de sa très intéressante communication, qui est renvoyée au Comité des Arts économiques.

BIBLIOGRAPHIE

Smithsonian miscellaneous collections, n° 1574, 1583 1 vol. 48 (Quarterly issue, vol. III, part, 1). 1905.

A signaler deux mémoires particulièrement intéressants.

L'un : *The structure of wing-feathers* par le docteur E. Mascha, p. 1 à 30, avec une bibliographie des auteurs consultés et 34 photographies en XVI planches.

L'autre : *Halley's Comet; its past history and 1910 return* by Eugène Fairfield Mac-like, Ashort bibliography with notes, p. 69 à 74.

L'auteur promettait une note supplémentaire à paraître dans *The Observatory*, vers juin 1905.

Documents statistiques concernant la production et le commerce extérieur des principaux produits de l'industrie sidérurgique de 1870 à 1904 en France, en Allemagne, en Belgique, en Grande-Bretagne, aux États-Unis, publiés par le Comité des Forges de France, Paris, 63, boulevard Haussmann, 1905 (n° 12919 de notre bibliothèque).

Les chiffres réunis dans cette si intéressante monographie sous la direction du distingué secrétaire du Comité des Forges de France, sont empruntés à des documents officiels indiqués en tête de chacun des cinq premiers chapitres. Ces chapitres sont consacrés respectivement à la production, à la consommation et aux exportations de chacun des cinq pays. Un sixième chapitre réunit les diagrammes comparatifs de la production et des exportations pour les différents pays, en fontes, aciers, produits finis et rails.

Pour l'année 1903, ces diagrammes donnent les indications suivantes :

	France.	Allemagne.	Belgique.	Grande-Bretagne.	États-Unis.
Production de fontes (millions de tonnes)	2,84	8,80 (et 1,27 Luxembourg)	1,21	9,07	18,30
Nombre de hauts fourneaux.	114	227 (et 27 Luxembourg)	35	349	182
Exportation de fontes (millions de tonnes)	495,350	527,317	26,249	1 082,064	20,698
Production d'acier brut (idem)	1 839 (Bessemer et Martin seuls)	8 349 (acier fondu)	988	5 112 (Bessemer et Martin)	14 672
Production de rails (idem).	229	1 079 (et Luxembourg)	351	1 078	3 039
Exportation de produits sidérurgiques (idem)	234	2 200	739	3 620	146
Exportation de rails (idem).	48	378	267	613	31

Guide du couvreur-plombier-zingueur, par V. Précis, deuxième partie : la plomberie (n° 12945 de notre bibliothèque). Paris, Lucien Laveur, 1905.

M. V. Précis nous donne la seconde partie de son intéressant guide, dont nous avons signalé la première partie dans le *Bulletin* de mars 1905. Voici les titres des différents chapitres : Puits et pompes ; Réseau de distribution ; Introduction de l'eau dans les maisons ; Évacuation des eaux usées ; Baignoires ; Cabinets d'aisances ; Chutes de cabinets ; Soudure au chalumeau ; Distribution du gaz ; Connaissances utiles.

L'art de l'essayeur, par Alfred Riche, directeur des essais à la Monnaie, professeur honoraire à l'École de pharmacie, et Maxime Forest, essayeur des monnaies, expert près le tribunal de la Seine, avec 103 figures (n° 12944 de notre bibliothèque). Paris, Baillière et fils, 1905.

Cet excellent manuel est le guide le plus sûr pour la préparation à l'examen d'essayeur du commerce.

« L'art de l'essayeur, dit M. Riche, est la partie de la chimie qui a pour but la détermination, en qualité et en quantité, des métaux précieux.

« Ces métaux sont l'or, l'argent, surtout, et aussi le platine qui entre dans un assez grand nombre de bijoux.

« Il est nécessaire avant d'entreprendre cette étude pour qu'elle soit fructueuse, de faire connaître les principales opérations que l'essayeur est à même d'exécuter, de décrire les appareils dont il se sert fréquemment, et de lui apprendre à préparer ou à purifier les réactifs qu'il emploie dans son art.

« L'industrie des essais est beaucoup plus cultivée en France, depuis une trentaine d'années, qu'autrefois. La preuve en est donnée par ce fait que le diplôme d'essayeur du commerce, qu'il est nécessaire de posséder pour pouvoir poinçonner officiellement les lingots de métaux précieux, est beaucoup plus recherché.

« Le service des essais à la Monnaie de Paris a relevé le niveau des connaissances scientifiques exigées des candidats à ce diplôme, qui est très apprécié au Transvaal et dans les autres contrées minières récemment exploitées. »

Rapport au ministre des Finances, du directeur de l'Administration des Monnaies et médailles pour l'année 1904 (Pér. 212 de notre bibliothèque).

Le rapport de M. Arnauné renferme, comme le précédent, les renseignements les plus intéressants sur la production et la consommation des métaux précieux.

Nous en extrayons ceux qui concernent le montant total des frappes françaises, la production mondiale des métaux précieux, le monnayage de l'or et de l'argent, les stocks monétaires, enfin la consommation industrielle de l'or et de l'argent.

La valeur totale des monnaies françaises frappées et délivrées pendant la période 1880-1904, ressort à 1 413 millions de francs, savoir : monnaies d'or, 1 249 millions ; monnaies d'argent (divisionnaires), 145 millions ; monnaies de bronze, 11 millions, monnaies de nickel, 8 millions.

En remontant jusqu'à l'origine des coupures monétaires en usage (1803 pour l'or, au IV pour l'argent, 1852 pour le bronze, 1903 pour le nickel) on obtient, à la fin

de 1904, la situation suivante pour la valeur des monnaies restantes : 9 679,8 millions de francs de monnaies d'or, 5 321 millions de monnaies d'argent, 8 de monnaies de nickel, 73,7 de monnaies de bronze.

De ces monnaies d'or et d'argent, une partie seulement subsiste. Les pièces d'or et d'argent fondues, détruites ou définitivement exportées se chiffrent par milliards de francs. Souvent l'exportation de l'or ou de l'argent monnayé n'est que temporaire : elle a, d'ailleurs, comme contre-partie, la présence, en France, de beaucoup de monnaies d'or et d'argent...

Les enquêtes auxquelles procède chaque année la direction des monnaies des États-Unis ont eu l'incontestable mérite d'augmenter le nombre des faits saisis par la statistique et de mieux caractériser ceux qu'elle enregistrait déjà. Les chiffres qui en traduisent les résultats constituent ce qu'il y a de plus précis comme statistique des métaux précieux. Le rapport les reproduit dans une série d'annexes. En voici le résumé.

1° En ce qui concerne la production des métaux précieux, on admet généralement, qu'au moyen âge, le monde occidental avait presque épuisé son stock de métaux précieux; quand l'Europe, au xvr^e siècle, fut mise à même de s'approprier les trésors de l'Amérique et les produits des mines du Nouveau Monde, une véritable révolution économique s'ensuivit. Depuis lors, on tient pour plausible qu'il est sorti du sol terrestre pour près de 125 milliards de francs d'or et d'argent (l'argent compté au pair). Mais la majeure partie de cette énorme production a été l'œuvre des 53 dernières années, et, en dernier lieu, il a suffi de cinq ans (1900-1904) pour mettre au jour une valeur de plus de 13 milliards et demi; 7 600 millions d'or et 6 000 millions d'argent, compté au pair. La baisse de l'argent n'empêche pas la production de ce métal de se maintenir à un niveau extraordinairement élevé (5 millions de kilogrammes de fin environ depuis 1893) et près de 5 millions et demi en 1904, contre moins de 4 millions jusqu'en 1890). Quant à l'or, les quantités obtenues ont presque triplé depuis quinze ans (616 millions de francs en 1890 et 1 813 en 1904).

2° En ce qui concerne le monnayage de l'or et de l'argent, en quinze ans la frappe de l'or a presque doublé. On voit même qu'elle surpasse assez généralement la production des mines. Il n'y a point à s'en étonner, car ce n'est pas seulement le métal neuf qui est mis en œuvre dans les ateliers monétaires. Certains États refondent eux-mêmes leurs anciennes monnaies d'or, soit parce qu'elles sont usées (Angleterre, France...), soit parce que le type en a été changé (Autriche-Hongrie, Chili...).

3° En ce qui concerne les stocks monétaires des diverses parties du monde, ils se résument comme suit : 28,4 milliards pour l'or, 26 milliards pour l'argent (au pair, argent étalon et argent divisionnaire), soit 54,4 milliards pour l'or et l'argent réunis. Il faut joindre 17,6 milliards de papier à découvert.

4° En ce qui concerne la consommation industrielle des métaux précieux, dans bien des pays, il n'existe aucun moyen de connaître ni même d'évaluer approximativement ce que l'industrie consomme d'or ou d'argent, en dehors du monnayage.

Les États pour lesquels nous possédons des renseignements se classent de la façon suivante.

Pour la consommation industrielle de l'or, les États-Unis sont au premier rang (31 444 kilogrammes). Puis viennent la France, l'Angleterre, la Russie. Pour la consommation industrielle de l'or, on trouve : États-Unis (496 763 kilogrammes), Angleterre (256 593 kilogrammes), France (242 900 kilogrammes de fin).

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE 1905

MARCHIS (M.-L.). — **Thermodynamique**. II, Introduction à l'étude des machines thermiques (Bibl. de l'élève-ingénieur). 25×16,5. iii-255 p. Grenoble, A. Gratier et J. Rey, 1905.
12936.

BOUASSE (H.). — **Essais des matériaux**. Notions fondamentales relatives aux déformations élastiques et permanentes. 25×16,5, 150 p. Grenoble, A. Gratier et J. Rey, 1905.
12937.

MAZEL (JEAN-AUGUSTIN). — **Étude sur l'agriculture et l'économie rurale de l'Ardèche**. 22×14. 232 p. Largentière, Mazel et Plancher, 1906 (1905).
12938.

DARDAT (E.) et DUFOUR (PHILIPPE). — **Rapports de service**. — Zryd-Sténographie (*in* Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics). 16×12. 952 p. xxviii-717 p., 10 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1905.
12941.

COURCELLE (LOUIS) et DARDAT (E.). — **Législation des eaux** (*in* Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics). 16×12. 952 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1905.
12942.

PRÉCIS (V.). — **Guide du couvreur-plombier-zingueur**, 2^e partie: La Plomberie. 17×227 p., 166 ill., Paris, Lucien Laveur, 1893.
12945.

RICHE (ALFRED) et FOREST (MAXIME). — **L'art de l'essayeur**. 18×11,5. 431 p., 103 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1905.
12944.

MALÉCOT (L.). — **L'aviation et l'aérostation appliquées à la navigation aérienne**. 23×14, 31 p.
12939.

Entreprises de travaux publics et maritimes. Travaux exécutés par MM. H. Hersent et ses fils, de 1889 à 1905. 27,5×21,5. 96 p., fig., 1 pl. Paris, Imprimerie Chaix, 1905.
12940.

VALLOT (HENRI). — **État d'avancement des opérations de la carte du massif du Mont-Blanc à l'échelle du 20 000^e** (*ex* Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc). — Appréciations documentaires sur quelques cartes modernes du massif du Mont-Blanc. — Note sur quelques particularités de la détermination des stations topographiques par relèvement. Paris, G. Steinheil, 1905.
12943.

SAUVAGE (ED.). — **Le laboratoire de mécanique de l'École nationale supérieure des Mines** (*ex* Annales des Mines, 1903).

SAUVAGE (ED.). — **Bolling stock in France** (*ex* Transactions, American Society of civil Engineers, 1903).

BEL (J.-M.) et SCHUHLER (P.-A.). — **Exposition du Nord de la France**, Arras, 1904. Exploitation des Mines, Minières et Carrières (*ex* Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de la France).
12946.

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. *Tableau général du commerce et de la navigation*. Année 1904, 4^{er} volume. Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères. Paris, Imprimerie Nationale, 1905. **Pér. 34.**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — *Compte rendu du 48^e exercice*, 1903. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **Pér. 151.**

ADMINISTRATION DES MONNAIES ET MÉDAILLES. — *Dixième rapport au ministre des Finances*, 1905. Paris, Imprimerie Nationale, 1905. **Pér. 212.**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — *Annuaire 1905-1906*. Paris, 63, boulevard Haussmann. **Pér. 86.**

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. — *Eighteenth annual report 1896-97*. Part V : Mineral resources of the United States, 1896, 1^o Metallic products and coal; 2^o non-metallic products. Don de M. de la Touanne. **Pér. 518.**

CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — *L'enseignement professionnel*. Rapport de M. BRIAT. Paris, Imprimerie Nationale, 1905. **Pér. 295.**

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Octobre au 15 Novembre 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colo-
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining En-	rantes.
gineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille économ. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
des chemins de fer.	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
Industry (London).	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
Sciences.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	la métallurgie.
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>E.</i> . . . The Engineer.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électri-
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	ciens (Bulletin).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de
(Philadelphie).	France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher
letin).	Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	Ingenieure und Architekten-
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	Vereins.

AGRICULTURE

- Agriculture et disparition des forêts.*
Acclimatement de quelques cultures à Tunis.
 Ap. 16 Nov., 630.
Batteuses anglaises. E'. 10 Nov., 437.
Bétail. Alimentation (Grandeau). Ap. 19 Oct., 491.
 — Race bovine normande. Ap. 2 Nov., 563.
Betteraves. Expériences de Cappelle. Ag. 28 Oct., 690.
Caoutchouc (plantes à) (Chevalier). CR. 30 Oct., 683.
Cheval. Alimentation du (Grandeau). Ap. 26 Oct., 520; 2-9-16 Nov., 555, 585, 613.
Eau nécessaire aux plantes. Ap. 26 Oct., 526.
Engrais. Échantillonnage des. Ag. 11 Nov., 784.
Fruits. Conservation par le formol. Ap. 19 Oct., 500.
 — Arbres fruitiers. Variétés nouvelles. Ag. 4 Nov., 739.
Insecticides arsenicaux. Ap. 19 Oct., 502.
Irrigations. Travaux d'ingénieurs (A. Brown). E'. 20-27 Oct., 377, 403, 3-10 Nov., 431, 455.
Laiterie. Congrès international. Ag. 21 Oct., 648.
Mutualité agricole. Circulaire ministérielle. Ap. 2 Nov., 533.
Pétrin mécanique Christofleau. Ap. 2 Nov., 561.
Plantes vertes. Développement et maintien de gaz carbonique dans un sol artificiellement amidé (J. Lefebvre). CR. 23 Oct., 564.
Pommes de terre. (Culture des). Phénomènes anormaux en 1905. Ap. 9 Nov., 595.
Rizières. Aménagement du sol. Ap. 16 Nov., 626.
Semoirs (les). Dp. 21 Oct., 657.
Safran. Soins d'entretien. Ap. 16 Nov., 619.
Volaille. Élevage industriel dans les Vosges. Ap. 16 Nov., 617.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** de la Nouvelle-Galles du Sud. E. 20 Oct., 525.
 — de Sierra Leone. EM. Nov., 175.
 — vicinaux belges. Rgc. Nov., 384.

Chemins de fer électriques

- Métropolitains de New-York. E'. 27 Oct., 382, 412, 3 Nov., 440.
 — triphasés et continus, comparaison. (Koromray). EE. 28 Oct., 121.
 — Langen de Berlin. Dp. 11 Nov., 705.
 — du New York central, 3^e rail à contact intérieur. Rgc. Nov., 381.
 — du Borinage triphasé Latour. Rgc. Nov., 2.
Automotrices (les) (Heller). VDI. 21 Oct., 1705.
 — à pétrole Wolseley de 140 ch. E. 10 Nov., 615.
Éclairage des trains par le bec à gaz incandescent renversé (Chapsal). Rgc. Nov., 346.
Frein Olds. Rgc. Nov., 383.
Locomotives à l'Exposition de Liège. E. 20 Oct., 517. VDI. 11 Nov., 1821.
 — à 4 cylindres du London and S. W. E. 10 Nov., 633.
 — Compound à 2 bogies du chemin de fer du Nord. Gc. 28 Oct., 417.
 — de Gleen sur le Great Western. E. 3 Nov., 580.
 — Express du London and NW. (Rous Marten). E'. 10 Nov., 456.
 — type Prairie Michigan Southern Rr. E'. 20 Oct., 395.
 — Tender du chemin de fer de ceinture. Pm. Nov., 162.
 — Mallet. Exposition de Saint-Louis. VDI. 27 Oct., 1749.
 — Distributions Young, Hubbell, Haberkorn. Rgc. Nov., 387. E'. 20 Oct., 380.
 — Marshall. E'. 3 Nov., 436.
 — Fumivorité des locomotives. E'. 3 Nov., 442.
 — Double traction et stabilité (Herdner). Rgc. Nov., 309.
 — Entretoises en cuivre et en fer (Livingstone). E'. 20 Oct., 397.
 — Explosion de la gare Saint-Lazare (Frémont). Gc. 21 Oct., 403.
Signaux. Enclanchements économiques entre aiguilles et signaux par serrures et taquets électriques Grode. BCC. Oct., 2642.
Voie. Usure des rails d'acier sur ponts (Andrews). E. 20 Oct., 534.
 — Dénivellations et oscillations du matériel (Marié). A.M. Août, 113.
Wagons à grand tonnage. VDI. 4 Nov., 1780.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles** à pétrole. Arrol-Johnston. *E.* 10 Nov., 621.
 — — Mise en marche du siège. *Va.* 18 Nov., 728.
 — à vapeur Serpollet. *E.* 27 Oct., 407.
 — direction réversible Comiot. *Va.* 18 Nov., 726.
 — Mise en marche Richard-Brazier. *Va.* 28 Oct., 673.
 — Roues. *Ri.* 21-28 Oct., 444, 422.
 — — élastique Quentin. *Bam.* Oct., 1017.
 — — Bandage Devenoge. *Va.* 4 Nov., 692.
 — Suspension amortisseur Bernard et Patoureaux. *Ge.* 27 Oct., 426.
Tramways électriques par courants alternatifs simples Auvert et Ferrand. *Ge.* 11 Nov., 22.
 — Moteur continu Rikli-Kehlstadt. *EE.* 28 Oct., 134.
Motocyclette FN. *Locomotion automobile* 19 Oct., 190.

CHIMIE ET PHYSIQUE

- Acétylène* (Noir d'). *ZaC.* 3 Nov., 1735.
Acide sulfurique. Chambres de plomb, rôle des ventilateurs (Rabe). *ZaC.* 3 Nov., 1735.
Azote atmosphérique. Extraction. *ZaC.* 17 Nov., 1810.
 — Fixation par les procédés électriques (Berthier). *EE.* 18 Nov., 256.
Brasserie. Germination de l'orge (Nilson). *Ms.* Nov., 863.
 — Divers. *Cs.* 15 Nov., 1120.
Briques silico-calcaires. Fabrication. *Ri.* 28 Oct., 421.
Céramique. Divers. *Cs.* 15 Nov., 1109.
Chaux et ciments. Emploi des sables argileux pour la préparation du mortier et du béton. *Ge.* 21 Oct., 413.
 — — Résistance des ciments à l'eau de mer. *Le Ciment.* Oct., 152.
 — Divers. *Cs.* 15 Nov., 1110.
Conductibilité calorifique. Détermination (Coste). *CR.* 6 Nov., 717.
Chlorate de potasse. Décomposition par l'acide chlorhydrique (Davidson). *Ms.* Nov., 824.
Colle et matières adhésives (Kruger). *Ms.* Nov., 801.
Columbiun (le). (Hall. et Smith). *CN.* 10 Nov., 220.
Colophane américaine (P. Lewy). *ZaC.* 3 Nov., 1739.
Dissociation des carbonates alcalins (Lebean). *AcP.* Nov., 422.
Dissolutions. (Concentration des) par pulvérisation dans les gaz chauds. *Ge.* 11 Nov., 28.
Égouts. Usine d'incinération de Bruxelles (Duquesne). *Ru.* Sept., 263.
 — de Douglas. *Elé. du Man.* *Ge.* 11 Nov., 24.
Explosifs. Pressions des explosions (Pelavel). *CN.* 20 Oct., 184.
Essences et parfums. Divers. *Cs.* 15 Nov., 1123.
Farines. (Détermination de la gliadine dans les) par le polarimètre (Snyder). *Ms.* Nov., 862.
Fer. (Sesquioxyde de) (Nicolardot). *ACP.* Nov., 334.
Fermentation. Respiration de la levure et l'enzyme qui la provoque (Grass). *Ms.* Nov., 831.
 — Comparaison des produits de l'hydrolyse de la fécule et de l'amidon des céréales (O. Sullivan). *Ms.* Nov., 864.
Hydrogène liquide et calorimètre à air (Dewar). *CN.* 20-27 Oct., 181, 193.
Huilerie Marseillaise. Coprahs et beurre de coco épuré (Lahache). *RyC.* 29 Oct., 309.
Hydrures alcalins et alcalino-terreux. Réactions des actions d'une trace d'eau. (Moissan). *ACP.* Nov., 289, 323.
Laboratoire. Analyse des denrées alimentaires. Codex Autrichien. *RCp.* 29 Oct., 313.
 — de mélanges d'acides sulfuriques et nitriques (Lunge et Berl). *ZaC.* 27 Oct., 1681.
 — Dosage de l'arsenic à l'état de pyroarséniate magnésien (Virgili). *AcP.* Nov., 394.
 — du cadmium en chlorure par cathode tournante (Flora). *American journal of Science.* Nov., 392.
 — de l'acide cyanhydrique en solutions aqueuses. Modification des méthodes de Liebig et de Fordos (Guerin). *Pm.* 16 Nov., 433.

- Laboratoires.** Ozone. Production électrique (Kaush). *Re.* 15 Nov., 269.
- Radio-activité** d'une substance trouvée au Transvaal (Cousens). *CN.* 3-10 Nov., 203, 213.
- Radium.** (Nouveautés en). *E.* 20 Oct., 524.
- Réduction** des oxydes, préparation, par l'aluminium, du composé Si Mn² (Vigou-roux). *CN.* 6 Nov., 722.
- Résines et vernis.** Divers. *Cs.* 15 Nov., 1117.
- Spectro-chimie.** Développement. (Bruhl). *CN.* 20 Oct., 187.
- Sulfate de cuivre.** Dissolutions. Chaleur spécifique (Vaillant). *CR.* 23 Oct., 638.
- Tantale et Columbium** (Smith). *CN.* 3 Nov., 209.
- Tannerie.** Progrès récents. (Appelius). *Ms.* Nov., 835. Fabrication des extraits tannants (Buhler). *Id.* 833.
- Analyse du tannin, influence de ses méthodes sur la fabrication des cuirs (Mardich). *Ms.* Nov., 844.
 - Extrait de Quebracho (Jungharn). *Ms.* Nov., 838.
 - Tannate de strychnine, emploi dans l'analyse des tannins (Trotham et Hackford). *Cs.* 15 Nov., 1096.
- Teinture.** Évaluation de l'acide tannique au point de vue de la teinture et de l'impression des tissus. (Williams). *Ms.* Nov., 847.
- Colorants naturels et détermination de leur valeur (Cochenhausen). *Ms.* Nov. 867.
 - Impression directe des tissus de laine et coton (Mueller). *MC.* 1^{er} Nov., 313.
 - Blanchissage et apprêt du linge (Verefel). *Id.* 316.
 - Couleurs nouvelles. *MC.* 1^{er} Nov., 324.
 - Divers. *Cs.* 15 Nov., 1103.
- Verre.** Four électrique Sauvageon. *Re.* Oct., 255.
- Notes sur la verrerie (Lecrenier). *Rs.* Sept., 290.
- Commerce, Économie POLITIQUE**
- Allemagne.** Commerce extérieur, 1^{er} semestre 1903. *SL.* Oct., 472.
- Assurance ouvrière.** Crise en Allemagne. *Ef.* 28 Oct., 622.
- Emplacement d'une usine,** éléments de son choix (Razons). *Rs.* 18 Nov., 645.
- Carrières commerciales** et industrielles et réforme de l'esprit public. *Rso.* 1^{er} Nov., 652.
- Corporation et Salariat.** *Ef.* 28 Oct., 627.
- Débutants dans le commerce.** Situation des (Brunet). *Rso.* 16 Nov., 715.
- Dentelle** à l'Exposition de Liège (Charles). *Musée Social.* Oct.
- Employés et ouvriers.** Une carrière commerciale. *Rso.* 16 Nov., 723.
- Enseignement commercial** aux Pays-Bas. *Rso.* 1^{er} Nov., 642; à Roubaix, *Rso.* 16 Nov., 731.
- Professionnel des classes aisées (Bettencourt). *Rso.* 16 Nov., 685.
- Écoles d'ingénieurs** pour les mines et la métallurgie en Allemagne, Autriche et Belgique. *AM. Juillet*; de commerce (Aine). *Rso.* 16 Nov. 710.
- États-Unis.** Dépopulation des campagnes. *Ef.* 21 Oct., 590.
- Salaires et heures de travail. Prix des aliments de 1890 à 1904. *Bureau of Labor, Juillet*, 1-148.
 - Amérique et les Américains. *Rso.* 1^{er} Nov. 633.
- France.** Primes à la marine marchande. *Ef.* 4 Nov., 665.
- Retraites ouvrières. *Ef.* 11 Nov., 692.
 - Revenus de l'État. *SL.* Oct., 435.
 - Commerce extérieur. *SL.* Oct., 462.
- Logements ouvriers.** Hygiène des. *Rso.* 1^{er} Nov., 648.
- Irlande.** Rachat des terres en (Bechaux). *Rso.* 16 Nov., 695.
- Métaux.** Consommation et prix : zinc, étain, aluminium, nickel. *Ef.* 21 Oct., 592.
- Monnaies.** Études monétaires. *Ep.* 4 Nov., 659.
- Or.** Mines du Transvaal. *Ef.* 21 Oct., 585.
- Paris.** Modifications proposées pour l'octroi. *Ef.* 28 Oct., 625.
- Socialisme et monopoles fiscaux.** *Ef.* 11 Nov., 691.
- Société Industrielle d'Amiens.** Son œuvre. *Rso.* 1^{er} Nov., 618.
- Syndicalisme** (Excès du) et asservissement des pouvoirs publics. *Ef.* 11 Nov., 689.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Cheminées.* Descension des gaz. (Causes de la). *Gc.* 11 Nov., 25.
- Ciment armé.** Calcul en conformité des règlements administratifs. *Le Ciment.* Oct., 143, *Ac. Nov.*, 169.
- Poteaux électriques avec soubassement en ciment armé. *El.* 4 Nov., 289.
- Fondations volantes.* Des trépidations (Prache). *IC. Sept.*, 346.
- Goudronnage des routes.* Procédé Vinsonneau et Hédeline. *Re.* 11 Nov., 443.
- Incendies.* Services du continent. *E.* 20 Oct., 509, 3 Nov., 579.
- Murs de réservoir.* Calcul des (Haller). *Ban.* Oct., 1033.
- Ponts** de Plauen. *E'* 27 Oct., 409. *Gc.* 4 Nov., 1.
- de Williamsburg (New-York). *E.* 27 Oct., 541, 3 Nov., 577.
- Ventilation des lieux habités* (Kennis). *Ru.* Sept., 263.
- Voûtes en maçonnerie.* Calcul d'une (Auric). *CR.* 16 Oct., 621.

ÉLECTRICITÉ

- Accumulateurs** à l'Exposition de Liège. *Re.* 30 Oct., 230, 15 Nov., 267.
- Moule Vellins pour couler des plaques sous pression. *Re.* 15 Nov., 268.
- Condensateur,* étalon Rymer Jones. *Re.* 15 Nov., 282.
- Distributions.** Phénomènes oscillatoires des réseaux. Influence de l'arc (Blondel). *SiE. Août*, 349.
- dimorphiques (Brull). *IC.* 25 Oct., 464.
- Sous-station à permutation Rouge Faget. *Re.* 30 Oct., 223.
- Dynamo** à courants continus, progrès des (Muller). *EE.* 10 Nov., 229.
- à l'Exposition de Liège. *Re.* 15 Nov., 264.
- Réluctance de l'entrefer. Détermination expérimentale (Smort). *EE.* 4 Nov., 184.
- Triphasée Sautter Harlé. *Elé.* 28 Oct., 273.
- Alternateurs. Essai des. *Re.* 30 Oct., 228.
- Puissance dissipée dans le fer des champs tournants et alternatifs (Hermann). *Elé.* 4 Nov., 295.
- Dynamo. Moteurs** d'industrie. Facteur de dispersions de (Press). *EE.* 21 Oct., 103.
- Flux dans l'entrefer (Langsdorf). *EE.* 18 Nov., 208.
- à courants continus. Applications (Du-bois). *IC.* 25 Oct., 464.
- Monophasés à collecteurs. Dimensionnements des (Bethenod). *EE.* 11 Nov., 201.
- Asynchrones. Glissement. *IC.* 25 Oct., 468.
- Éclairage.** Arc. Comparaison de différentes lampes comme rendement (Hoppe). *EE.* 21 Oct., 106.
- Flux lumineux de l'arc (Dyke). *EE.* 4 Nov., 191.
- Lampe Excella Klostermann. *Elé.* 21 Oct., 264.
- Incandescence au tantale (Wedding). *EE.* 11 Nov., 237. Intensités moyenne sphérique et horizontale (Fleeming). *EE.* 4 Nov., 191.
- Électro-chimie.** Électrolyse par courants alternatifs (Wilson). *EE.* 21 Oct., 110.
- Diverses. *Cs.* 15 Nov., 1114.
- Chauffe et travail des métaux par l'électricité (Hoho). *IC.* 25 Oct., 474.
- Électro-déposition des métaux. Étude chimique. *Re.* 15 Nov., 276.
- Électro-chimie à l'Exposition de Liège. *Re.* 30 Oct., 236.
- Électrolyse par courants alternatifs.
- Fabrication du vanadium et de ses alliages au four électrique. *Elé.* 11 Nov., 309.
- Isolateurs* pour lignes aériennes. *E'* 27 Oct., 404.
- Machines électrostatiques.* Brydel. *E.* 11 Nov., 310.
- Mesures** de l'induction et de la capacité électrostatique par le galvanomètre balistique différentiel (Raymond). *EE.* 21 Oct., 114.
- Influence perturbatrice des lignes de tramways (Maurain). *Re.* 15 Nov., 257.
- Parafoudres* divers. *Re.* 15 Nov., 271.
- Piles* à l'Exposition de Liège. *Re.* 30 Oct., 229.
- Sélénium.* Son importance en électrotechnique (Ruhmer). *EE.* 21 Oct., 17; 4 Nov., 197.
- Stations centrales** de Hambourg. *Gc.* 21 Oct., 409.

Stations centrales de Bellinzona. *EE.* 28 Oct., 139; 4 Nov., 171.

- modernes. *EM.* Nov., 182.
- de la Sioule. *EE.* 10 Nov., 213.
- Cie du gaz de Clermont-Ferrand. *Ic.* 10 Nov., 488.
- Avant-projet d'installation hydro-électrique (Baashuus). *EE.* 18 Nov., 265.

Télégraphie sans fils. Rustherford-Marconi. *EE.* 11 Nov., 234.

- Stations portatives. Éclateur Fleming. *Re.* 15 Nov., 275.
- Poteaux télégraphiques imprégnés de différentes substances, durées comparatives. *EE.* 18 Nov., 277.

Transformateurs. Établissement du courant dans les (Johann). *ScE.* Août, 579.

- Essais de (Druckbert). *EE.* 4-18 Nov., 161, 241.

Transport de force par l'électricité et le gaz de hauts fourneaux. *EE.* 4 Nov., 188.

HYDRAULIQUE

Canal de Panama. Travaux préparatoires (Wallace). *EM.* Nov., 161.

Compteur d'eau. Seinert. *Ge.* 21 Oct., 412.

Presses hydrauliques. Cuirs emboutis. *AMa.* 21 Oct., 459.

Turbines. Théorie des (Albetsky). *RM.* Oct., 342.

MARINE, NAVIGATION

Bassin de radoub de Southampton. *E.* 20 Oct., 516. *E'* (*id.*), 386.

Machines marines. Turbines. *E'* 27 Oct., 417.

- à gaz (Stein). *VDI.* 28 Oct., 1733.
- — Essais de (Mansel). *E'* 27 Oct., 422.
- à pétrole. Diverses. *VDI.* 11 Nov., 1825.
- — Legros et Knowles. *E.* 3 Nov., 589.

Marines de guerre. Vaisseaux russes endommagés à Port-Arthur. *E.* 20 Oct., 527.

- Sous-marins. *E.* 3 Nov., 593.
- — Dangers de coulage. *Ri.* 4 Nov., 437.

Ports de Trieste projet de 1903. *ZOI.* 20 Oct., 562, 573.

- de Saint-Nazaire. *Ac.* Nov., 162.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aérostation. Cerf-volants et leurs applications militaires. *Gm.* Oct., 289.

- Aéroplanes (les). *Va.* 18 Nov., 730.

Chaudières. Anciennes et modernes (Watson). *EM.* Nov., 226.

- tubulaire verticale Cochrane. *E.* 10 Nov., 617.

- à tubes d'eau Durr. *E.* 3 Nov., 586.

- à tourbe Gerke. *RM.* Oct., 401.

- Alimentateurs Brorkes, Schoenecke. *RM.* Oct., 400.

- Chauffage au gaz de gazogène (Deschamps). *EE.* 21 Oct., 88.

- Combustion dans les foyers. *E'* 27 Oct., 448.

- Circulateurs Cooper et Greigh, Tobelmann. *RM.* Oct., 406.

- dégraisseur d'eau de condensation Baker. *E.* 20 Oct., 513.

- Épurateur Declercq. *RM.* Oct., 403.

- Foyers ondulés. Redressement des. *Eam.* 21 Oct., 725.

- Plombs fusibles Bailey. *RM.* Oct., 407.

- Purgeur Granger. *RM.* Oct., 406.

- Réchauffeurs d'alimentation Lemaire et Destombes, Loew. *RM.* Oct., 405.

- Surchauffe de 100 à 180°, étude de la la vapeur (Knoblauch et Linde). *VDI.* 21, 27 Oct., 1697, 1743.

- Surchauffeur Vinsonneau. *Eam.* Oct., 1030.

Courroies. Enrouleur Leneveu (Teisset, Kreutzberger). *IC.* Sept., 359, 374.

Embrayages à friction. *AMa.* 21 Oct., 458.

Filetages interchangeables Aubaille. *Bam.* Oct., 1013.

Levage. Ascenseurs du Burgenstock (Électrique). *Ge.* 21 Oct., 401.

- tambours de grues. Construction des. *AMa.* 21 Oct., 453.

- Cableway de la Silver Cup Mine. *Eam.* 4 Nov., 823.

- Conveyeur électrique Schwartze. *Dp.* 4 Nov., 693.

- Grue roulante Wilson. *E.* 27 Oct., 555.

- Manutention des charbons de la station centrale de Coventry. *E'* 3 Nov., 446.

- pont roulant électrique de 30 tonnes Stuckenholtz. *VDI.* 11 Nov., 1833.

Machines-outils. Notes d'atelier. *AMa.* 21 Oct., 443.

- à l'Exposition de Liège. *VDI.* 4 Nov., 1772.
- Alésoir Shanks. *RM.* Oct., 397.
- Cisailles. Calcul des efforts. *AMa.* 28 Oct., 496.
- — Électrique pour blooms. *SuE.* 1 Nov., 1240.
- fraiseuse-raboteuse Whitworth. *Ri.* 4 Nov., 433.
- Meules Landis. *AMa.* 11 Nov., 547.
- Outils rapides. Fabrication des. *EM.* Nov., 241.
- Perceuse pour trous carrés Besse. *Ri.* 21 Oct., 413.
- Presse à dresser Box. *AMa.* 4 Nov., 515.
- Raboteuses commandées électrique-ment (Chubb). *AMa.* 21 Oct., 456.
- universelle Shanks. *RM.* Oct., 396.
- Scie alternative Holroyd. *AMa.* 4 Nov., 530.
- Tours. Construction des (Fesk). *AMa.* 4-11 Nov., 527, 536. Withworth pour turbines. *RM.* Oct., 393.
- à bois. Scieries américaines (Oudet). *RM.* Oct., 317.

Moteurs à vapeur. 600 chevaux Prudhomme Prion. *E.* 27 Oct., 554.

- de 3 500 Kw. des Unions Works, San Francisco. *AMa.* 28 Oct., 483.
- Économie actuelle (Denton) et les turbines à vapeur. *AMa.* 11 Nov., 548.
- Accidents en Angleterre (1904). *E.* 20 Oct., 323.
- Compression (Rendement de la) (Smith). *E.* 3 Nov., 434.
- Clapet d'échappement Spencer. *E.* 20 Oct., 396.
- Détente de la vapeur humide (Smith). *E.* 30 Oct., 578.
- Distributions par soupapes (Strnad). *VDI.* 4 Nov., 1793.
- — à tiroirs superposés, choix des excentriques (Pickongill). *RM.* Oct., 360.
- Appareil Bair et Tallock pour déterminer le clavetage des excentriques. *Ri.* 11 Nov., 443.
- Régulateurs. Théorie (Rith). *IC.* Sept., 307.
- Segments de pistons (Calcul des). (Du-bois). *RM.* Oct., 352.

Moteurs à vapeur. Turbine Rateau de 400 Kw. *Ri.* 21 Oct., 415.

- — Parsons. General Electric, Rateau, Rice Westinghouse. *RM.* Oct., 366-399.
- Warren. *E.* 27 Oct., 423.
- Union. *Dp.* 28 Oct., 675.
- Nadrowski à régénérateur. *VDI.* 11 Nov., 1806.
- à gaz. Mesure de la puissance par des dynamos-freins (Iglésis). *Bam.* Oct., 987.
- de Nuremberg. *E.* 3 Nov., 585.
- Turbines à (avenir des) (Clerk). *E.* 10 Nov., 475.
- Calcul des volants (Favier). *Va.* 11 Nov., 708.
- Gazogènes divers (Schotter). *VDI.* 11 Nov., 1809.
- — à pression (les) *E.* 10 Nov., 468.
- — Essais de l'Agricultural Society (*id.*). 472.
- — Deschamps. *Ri.* 11 Nov., 441.
- à pétrole. Carburateur Breuillard. *Va.* 4 Nov., 696.

Moulins à vent (les). (Ringelmann). *Ap.* 19 Oct., 496.**Résistance des matériaux.** Fer et acier;Influence des hautes températures. *Gc.* 4 Nov., 7.

- Fer en cristaux isolés, propriétés mécaniques (Osmond et Fremond). *RdM.* Nov., 801.
- Figures de pression et de compression des métaux plastiques cristallisés (Osmond et Cartaud). (*id.*), 811.

Textiles. Dispositif de sûreté dans les filatures (Chabtrie). *E.* 27 Oct., 544.**Servo-moteurs électriques.** *Ic.* 10 Nov., 485.**Transmission différentielle** par satellites Rousset. *Rc.* 4 Nov., 433.**MÉTALLURGIE****Alliages.** Magnésium et thallium (Grubb). *CN.* 27 Oct., 195.**Congrès de métallurgie** de Liège. *Rep.* 15 Oct., 293.**Fer et acier.** Forges, outillage américain. *Dp.* 21 Oct., 662; de Kneutlingue. *SuE.* 15 Nov., 1281.

- Fer et acier.** Acier au vanadium (Guillet). *Gc.* 21 Oct., 407; *E.* 3-10 Nov., 602, 639.
- Nickel-Manganèse (Guillet). *RdM.* Nov., 825.
- Électro-métallurgie à l'Exposition de Liège. *Rc.* 30 Oct., 238.
- Four Gin. *Elé.* 11 Nov., 305.
- Lingots (Retassure des). *RdM.* Nov., 642.
- Procédé Bertrand-Theil. *Gc.* 4 Nov., 4.
- Hauts fourneaux. Différenciation des courants de matières (Igowsky). *RdM.* Nov., 842.
- — Séchage de l'air. *RdM.* Nov., 626.
- — (Manutention des) (*id.*), 532, 634.
- — Fermetures du gueulard. (*id.*), 639.
- Laminage des poutrelles et gros profilés aux États-Unis (Corvée). *RdM.* Nov., 816.
- Fonderie. Machines à mouler modernes (Baur). *SuE.* 15 Nov., 1307.
- — (Chimie de la). (Henning). (*id.*), 1313.
- Laboratoire de métallurgie** de l'Université de Sheffield. *SuE.* 1^{er} Nov., 1225.
- Métallurgie à l'Exposition de Liège.** *Gc.* 11 Nov., 18.
- Plomb.** Grillage de la galène à la chaux (Hutgins). *Eam.* 21 Oct., 726.
- Procédé Carmichael Bradford. *Eam.* 28 Oct., 778.
- Gisements.** Études et procédés nouveaux (Habets). *Ru. Sept.*, 221.
- Grisou.** Accidents en France de 1893 à 1903. Appareils d'exploration des milieux irrespirables Vanginot et Guglielminetti-Drager. *AM. Juin.*
- Houille.** Laveur Nichter. *Eam.* 21 Oct., 734.
- En Arkansas. *Eam.* 28 Oct., 774.
- Formation et recherche comparée des combustibles fossiles (Lemière). *Im.* IV (1905), 831.
- Lampes de sûreté.** Expériences de la station de Frameries. *Gc.* 21-27 Oct., 410, 420.
- Drainage** à Cripple Creek. *Eam.* 4 Nov., 818.
- Électricité.** Transmission et utilisation dans les mines (Denis). *Pm.* Nov., 166.
- Extraction.** Machine du charbonnage de Sacré-Madame. *Gc.* 11 Nov., 17.
- Câble à section décroissante, calcul (Rodde). *Im.* IV (1905), 919.
- Marbre.** Carrière de Gouverneur. New-York. *Eam.* 21 Oct., 728.
- Or.** Dragage en Australie. *Eam.* 28 Oct., 773.
- Perforatrices** électriques et rotatives à air comprimé. *Ri.* 11 Nov., 449.
- Davis sans diamants. *Eam.* 4 Nov., 830.
- Pétroles** de Bakou en 1904. *E.* 20 Oct., 514.
- Gisements des États-Unis (Vicaire). *Im.* IV (1905), 681.
- Prospection des mines; application du magnétisme. *Re.* 15 Nov., 285.
- Préparation mécanique.** Table Dodd. *Eam.* 21 Oct., 723.
- aux États-Unis. *SuE.* 15 Nov., 1296.
- Lamineur-broyeur Edison, trieur magnétique de l'International ore separating Co. Centrifuge Loisons. *Rdm.* Nov., 610-613.
- Soufre.** Exploitation par l'eau surchauffée en Louisiane. *Gc.* 4 Nov., 8.

MINES

- Autriche et Bavière.** Industrie minière en 1903. *AM. Juillet*, 111.
- Australie.** Condition des ouvriers des mines (Glasser). *AM. Août*, 148.
- Cuivre.** Bassin de St-Lawrence County. New-York. *Eam.* 28 Oct., 770.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT fait par **M. Lafosse**, au nom de la Commission des Fonds,
SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1904

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous présenter, au nom de la Commission des Fonds, conformément à l'article 31 de nos Statuts, le résumé des comptes de l'exercice 1904.

1^{re} PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

A VOIR		DÉBIT	
1 ^o Souscription du Ministère de l'Agriculture.	1 710 »	1 ^o Prix, médailles et récompenses diverses.	4 053, 10
2 ^o Cotisations des membres de la Société (633 cotisations à 36 francs).	22 788 »	2 ^o <i>Bulletin</i> : frais de rédaction, d'impression et d'expédition.	36 820, 70
3 ^o Abonnement au <i>Bulletin</i> de la Société.	3 256 »	3 ^o Impressions diverses : <i>Annuaire, Comptes rendus</i> . . .	3 030, 95
4 ^o Produit de la vente au numéro du <i>Bulletin</i> de la Société.	922, 73	4 ^o Bibliothèque : traitement des agents, acquisitions, abonnements, reliures, fiches.	6 945, 23
5 ^o Locations diverses.	10 048, 83	5 ^o Agence et Économat : traitement des agents et employés, frais divers. . .	17 265, 32
6 ^o Intérêts des sommes déposées au Crédit Foncier.	78, 01	6 ^o Jetons de présence.	4 900 »
7 ^o Arrérages de rentes : 3 p. 100	60 590, 25		
<i>A reporter</i>	101 393, 86	<i>A reporter</i>	73 015, 32
<i>Tome 107. — Décembre 1905.</i>			91

A VOIR		D ÉBIT	
<i>Report</i>	101 393,86	<i>Report</i>	73 015,32
8° Divers	1 298,65	7° Hôtel de la Société :	
		A. Aménagement, entretien,	
		réparations.	4 559,63
		B. Mobilier.	999,35
		C. Chauffage, éclairage et	
		eau.	4 524,70
		D. Contributions, assurances	
		et divers.	4 856,10
		8° Expériences, confé-	
		rences.	14 672,85
		9° Allocation pour le	
		fonds de réserve.	1 500 »
		10° Pensions.	2 400 »
		11° Divers.	97 »
			106 624,95
		Les recettes s'élèvent	
		à	102 692,51
		Il ressort un excé-	
		dent de dépenses sur les	
		recettes de.	3 932,44
	102 692,51		

Les recettes normales qui étaient, en 1903, de 105 764 francs (déduction faite du produit de la vente de 600 francs de rente 3 p. 100), se sont abaissées, en 1904, à 102 692 fr. 51. La diminution du nombre des sociétaires, que nous constatons depuis quelques années, a persisté en 1904; de 652 à la fin de 1903, le chiffre des membres de la Société se trouve réduit à 633. Cette situation nous fait à tous un devoir de redoubler de zèle pour recruter de nouveaux adhérents et faire reprendre à notre Société sa marche ascendante.

Les dépenses s'étaient élevées, en 1903, à 128 011 fr. 22 par suite de frais exceptionnels occasionnés par l'installation de nouveaux appareils de chauffage dans l'hôtel de la Société; cette année, elles montent à 106 624 fr. 65, y compris 6 000 francs de dépenses afférentes au *Bulletin* faites en 1903 et reportées en 1904. Tous les articles sont en diminution, sauf celui des expériences et conférences, qui, largement doté, est passé de 6 085 francs en 1903 à 14 672 fr. 85 en 1904.

Mais nous devons constater que, malgré la prudence apportée par notre Conseil d'Administration, il ressort encore de nos comptes un excédent de

dépenses de 3 932 fr. 44. La Réserve ne s'élevant plus qu'à 2 726 fr. 28, c'est le déficit qui réapparaît dans notre comptabilité.

Nous avons hâte de dire que, grâce aux mesures de sage prévoyance prises par notre Conseil, la reconstitution du fonds de réserve a été assurée dès cette année. Cette mesure a été facilitée par la remise gracieuse faite par la *Revue de Métallurgie* d'une somme importante sur les subventions précédemment accordées par notre Société.

Une dotation de 6 500 francs figure à la réserve pour 1905; elle permettra de solder l'excédent de dépenses de 1904.

Mais, si toute préoccupation se trouve dissipée pour le moment, il n'en importe pas moins de persévérer dans la voie des économies pour l'administration de nos fonds généraux. Et cela apparaît comme une nécessité impérieuse si l'on songe que, en quatre années, plus de 12 000 francs du fonds de réserve ont servi à combler des excédents de dépenses et que nous avons dû aliéner un titre de rente de 600 francs pour faire face à des dépenses exceptionnelles.

2^e PARTIE

FONDATIONS, DONIS ET COMPTES SPÉCIAUX

1^{er} Fonds de réserve de la Société.

La création d'un fonds de réserve a été décidée par le Conseil d'administration dans sa séance du 2 mars 1904. Constitué au moyen des sommes précédemment affectées au Grand Prix de la Société, qui a été supprimé, il est alimenté par le prélèvement d'une annuité de 1 500 francs sur les fonds généraux.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	1 376, 43	Prélèvement du solde débiteur de l'exercice 1904 du compte des fonds généraux.	3 782, 59
Annuité versée par les fonds généraux.	1 500 »	Prélèvement du solde débiteur du compte « Fragilité des Aciers »	149, 85
	2 876, 43		3 932, 44

Excédent des dépenses sur les recettes : 1 056 fr. 01.

2° Fondation destinée à développer et à perpétuer l'œuvre créée
par le comte et la comtesse Jollivet.

Une somme de 100 000 francs prélevée sur les legs du comte et de la comtesse Jollivet, doit, aux termes d'une délibération du Conseil d'administration, en date du 9 juillet 1882, être réservée et immobilisée en rentes sur l'État 3 p. 100, les arrérages devant être capitalisés pendant 50 ans. A l'expiration de cette période, le chiffre de cette capitalisation sera mis à la disposition de la Société et la somme de 100 000 francs immobilisée continuera à être affectée à des capitalisations identiques.

La première période de 50 ans expire en 1933.

Capital au 31 décembre 1903 : 7 279 francs de rente 3 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	134, 43	Achat de 225 francs de	
Arrérages.	7 377, 75	rente 3 p. 100	7 351, 50
	<u>7 512, 20</u>		

Reste 160 fr. 70 dans la caisse de la Société.

Le capital de cette fondation se trouve porté à 7 504 francs de rente 3 p. 100.

3° Grand prix fondé par le marquis d'Argenteuil.

But : récompenser tous les six ans, par un prix de 12 000 francs, l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.

Legs primitif : 40 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 2 000 francs.

AVOIR		DÉBIT	
Arrérages	2 000 »	Prix décerné en 1904 . .	12 000 »
Intérêts des sommes versées à la Caisse des Dépôts et Consignations.	216, 65	Versé à la Caisse des Dépôts et Consignations . . .	2 216, 65
Retiré de la Caisse des Dépôts et Consignations. . .	12 000 »		
	<u>14 216, 65</u>		<u>14 216, 65</u>

Les sommes disponibles au 31 décembre 1904 s'élèvent à 6 271 fr. 94, versés à la Caisse des Dépôts et Consignations.

4° Legs Bapst.

Legs primitif : 2 160 francs de rente 3 p. 100, applicable jusqu'à concurrence de 1 565 fr. 20 (1^{re} *Fondation*) à des secours en faveur d'inventeurs malheureux et destiné, pour le surplus, soit 594 fr. 80 (2^e *Fondation*) à favoriser les découvertes.

1^{re} *Fondation*. — But : venir en aide aux inventeurs malheureux.

Capital : un titre de 1 565 fr. 20 de rente 3 p. 100. Le capital primitif n'a subi aucun accroissement.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903	1 216, 60	Secours à 6 inventeurs . .	1 650 »
Arrérages.	1 565, 20		
	<u>2 781, 80</u>		

Reste disponible dans la caisse de la Société, 1 131 fr. 80.

2^e *Fondation*. — But : aider les inventeurs dans leurs travaux et recherches.

Capital : La fondation primitive (594 fr. 80 de rente) ne pouvant remplir qu'imparfaitement le but du légataire, le Conseil d'Administration a décidé d'en capitaliser les revenus jusqu'à ce qu'elle ait atteint le chiffre de 1 800 francs de rente. — Le capital au 31 décembre 1903 était représenté par un titre de 3 594 fr. 80 de rente 3 p. 100.

Par une délibération du 26 mars 1904, le Conseil d'administration a décidé de prélever sur la partie du capital de cette Fondation, provenant des revenus accumulés, une somme de 16 000 francs destinée à subventionner des « Recherches profitables à l'Industrie nationale », un titre de 500 francs de rente 3 p. 100 a été aliéné pour cet objet en 1904.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903	4 644, 30	Allocations à titre de secours, subventions ou encouragements.	9 530 »
Arrérages.	3 219, 80	Annuités de brevets. . .	1 778, 75
Produit de la vente de 500 francs de rente 3 p. 100.	16 304 »	Allocations restant à régler.	7 300 »
	<u>24 168, 10</u>		<u>18 608, 75</u>

Reste en recette, pour cette année, 5 559 fr. 45 dans la caisse de la Société.

Capital au 31 décembre 1904 : 3 094 fr. 80 de rente 3 p. 100.

3° Fondation Christoffe pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Legs primitif : 10 000 francs.

Capital : 1 036 francs de rente 3 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	1 718, 65	Payé des annuités de brevets à 7 inventeurs	1 010 »
Arrérages.	1 036 »		
	<u>2 754, 65</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 1 744 fr. 65.

6° Fondation de la princesse Galitzine.

But : servir un prix à décerner sur la proposition du Comité des Arts économiques.

Legs primitif : 2 000 francs.

Cette fondation n'ayant pas encore reçu d'application, les intérêts s'en sont capitalisés.

Capital actuel : 20 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	455, 11	Néant.	
Arrérages	288 »		
	<u>743, 11</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 743 fr. 11.

7° Fondation Carré.

But : analogue à celui de la fondation précédente.

Legs primitif : 1 000 francs.

Jusqu'ici les intérêts ont été capitalisés en attendant une destination spéciale.

Capital actuel : 8 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	202, 41	Néant.	
Arrérages.	115, 20		
	<u>317, 61</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 317 fr. 61.

8° Fondation Fauler (industrie des cuirs).

But : venir en aide à des contremaîtres ou ouvriers malheureux ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

Legs primitif : 5 143 francs.

Capital actuel : 37 obligations 3 p. 100 de l'Est, 3 des Ardennes, 11 du Midi.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	564, 01	Allocation de trois secours.	660 »
Arrérages	734, 80		
	<u>1 298, 81</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 638 fr. 81.

9° Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).

Même but que la précédente, à part la différence des industries.

Legs primitif : 25 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital actuel : 81 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903	1 654, 05	Néant.	
Arrérages.	1 166, 40		
	<u>2 820, 45</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 2 820 fr. 45.

10° Fondation Christoffe et Bouilhet.

But : venir en aide à des artistes industriels malheureux.

Legs primitif : 21 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital actuel : 30 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT	
Arrérages.	432 »	Solde en dépense de 1903.	117, 66
		Allocation d'un secours	150 »
			<u>267, 66</u>

Reste en recette dans la caisse de la Société : 164 fr. 34.

11° Fondation de Milly (industrie de la stéarine).

But : secourir des contremaîtres ou ouvriers de cette industrie qui sont

malheureux ou ont contracté des infirmités dans l'exercice de leur profession.

Legs primitif : 40 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital actuel : 50 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VO IR		D É B IT	
Solde de 1903.	698, 95	Allocation de 5 secours . .	500 »
Arrérages.	720 »		
	<u>1 418, 95</u>		

Reste en recette, dans la caisse de la Société : 918 fr. 95.

12° Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).

But : venir en aide aux contremaîtres ou ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 4 400 francs.

Capital actuel : 14 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VO IR		D É B IT	
Solde de 1903.	301, 90	Néant.	
Arrérages.	138, 40		
	<u>460, 30</u>		

Reste en recette pour cette année, dans la caisse de la Société : 460 fr. 30.

13° Prix de la classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).

(Fondation faite sur l'initiative de M. Roy.)

But : encourager les développements et les progrès de l'industrie cotonnière en France et dans les colonies françaises.

Legs primitif : 13 169 fr. 85.

Capital actuel : 43 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VO IR		D É B IT	
Solde de 1903.	272, 13	Allocation d'une subvention.	1 000 »
Intérêts des sommes déposées à la Caisse des Dépôts et Consignations	37, 90	Versé à la caisse des Dépôts et Consignations. . . .	37, 90
Coupons des obligations de l'Est	619, 20		
	<u>929, 23</u>		<u>1 037, 90</u>

Excédent des dépenses sur les recettes : 408 fr. 67.

En dépôt à la Caisse des Dépôts et Consignations : 2 574 fr. 18.

14° Fondation Ménier (industrie des arts chimiques).

But : venir en aide à des contremaîtres ou à des ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 1 455 francs.

Capital actuel : 12 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 5 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	368, 46	Allocation d'un secours . .	100 »
Arrérages.	220, 80		
	<u>588, 96</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 488 fr. 96.

15° Prix de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).

(Fondation faite sur l'initiative de M. Elphège Baude.)

But : décerner tous les cinq ans un prix à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Legs primitif : 2 315 fr. 75.

Capital actuel : 17 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Le prix n'a pas été décerné depuis 1890.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	370, 75	Néant.	
Arrérages.	244, 80		
	<u>615, 55</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 615 fr. 55.

16° Prix de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 et fondation Fourcade (industrie des produits chimiques).

But : créer un prix annuel de 1 000 francs pour récompenser un ouvrier de l'industrie chimique, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement.

Capital : 1 titre de 1 000 francs de rente 3 p. 100.

A VOIR		D ÉBIT	
Arrérages.	1 000 »	Prix décerné en 1904 . .	1 000 »

17° Fondation du général comte d'Aboville.

But : décerner des prix à des manufacturiers qui auront employé à leur service, pendant une assez longue période de temps, des ouvriers estropiés, amputés ou aveugles, et les auront ainsi soustraits à la mendicité.

Legs primitif : 10 000 francs.

5 prix ayant déjà été décernés, l'actif de la fondation au 31 décembre 1903 était réduit à la somme de 516 fr. 65.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	516, 65	Prix décerné en 1904. . . .	500 »
		Reporté aux fonds généraux.	16, 65
			<u>516, 65</u>

L'attribution d'un prix, en 1904, fait disparaître cette fondation.

18° Legs Giffard.

But : la moitié du revenu est destinée à créer un prix sexennal de 6 000 francs pour services signalés rendus à l'industrie française ; l'autre moitié, à distribuer des secours.

Legs primitif : 50 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 1 949 francs.

Le prix a été décerné en 1896.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	640, 85	Versé à la Caisse des Dépôts et Consignations. . . .	663, 05
Arrérages	1 949 »	Allocation de secours. . .	1 970 »
Intérêts des sommes versées à la Caisse des Dépôts et Consignations.	43, 20		
	<u>2 633, 05</u>		<u>2 633, 05</u>

En dépôt à la Caisse des Dépôts et Consignations : 3 849 fr. 08.

19° Fondation Meynot.

But : créer un prix biennal destiné à récompenser les inventions, progrès et perfectionnements intéressant la moyenne et la petite culture.

Legs primitif : 20 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 730 francs.

Capital actuel : un titre de rente 3 p. 100 de 730 francs et 20 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	518, 84	Versé à la Caisse des Dépôts et Consignations. . . .	1 068, 55
Arrérages.	1 018 »		
Intérêts des sommes versées à la Caisse des Dépôts et Consignations	50, 55		
	<u>1 587, 39</u>		

Reste en recette dans la caisse de la Société : 518 fr. 84.

En dépôt à la Caisse des Dépôts et Consignations : 4 680 fr. 18.

20° Fondation Melsens.

But : création d'un prix triennal de 500 francs pour récompenser l'auteur d'une application intéressante de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Legs primitif : 5 000 francs, représentés par 13 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital actuel : 15 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Le prix n'a pas été décerné depuis 1899.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	265, 35	Néant.	
Arrérages.	216 »		
	<u>481, 35</u>		

Reste dans la caisse de la Société : 481 fr. 35.

21° Fondation de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1867
(matériel des industries alimentaires).

(Fondation faite sur l'initiative du baron Thénard.)

But : création d'un prix à décerner à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 6 326 fr. 14.

Capital actuel : 24 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT
Solde de 1903.	356,25	Néant.
Arrérages.	345,60	
	<u>701,85</u>	

Solde en recette dans la caisse de la Société : 701 fr. 85.

**22° Prix Parmentier fondé par les exposants de la classe 50
à l'Exposition universelle de 1889 (industries relatives à l'alimentation).**

(Fondation faite sur l'initiative de M. Aimé Girard.)

But : création d'un prix triennal de 1 000 francs destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques de nature à améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 9 846 fr. 75, représentés par un titre de 335 francs de rente 3 p. 100 qui constitue le capital actuel de cette fondation.

Un prix a été décerné en 1902.

A VOIR		D ÉBIT
Solde de 1903.	2 699,90	Néant.
Arrérages	335 »	
	<u>3 034,90</u>	

Reste en recette dans la caisse de la Société : 3 034 fr. 90.

**23° Fondation des exposants de la classe 51 à l'Exposition universelle de 1889
(matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie).**

But : création d'un prix.

Don primitif : 2 556 fr. 30.

Capital actuel : 8 obligations 3 p. 100 de l'Est.

La fondation est restée sans emploi en 1904.

A VOIR		D ÉBIT
Solde de 1903	377,58	Néant.
Arrérages	115,20	
	<u>492,78</u>	

Reste en recette dans la caisse de la Société : 492 fr. 78.

24° Don de la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889
(industrie des tapis et tissus d'ameublement).

But : secourir des ouvriers malheureux appartenant à cette industrie.

Don primitif : 400 francs.

Capital actuel : 1 obligation 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT
Solde de 1903.	166, 57	Néant.
Arrérages	14, 40	
	<u>180, 97</u>	

Reste en recette dans la caisse de la Société : 180 fr. 97.

25° Fondation des exposants de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889
(génie civil, travaux publics et architecture).

But : création d'un prix.

Don primitif : 3869 fr. 85.

Capital actuel : 12 obligations 3 p. 100 de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT
Solde de 1903.	181, 19	Néant.
Arrérages	172, 80	
	<u>353, 99</u>	

Reste en recette dans la caisse de la Société : 353 fr. 99.

26° Fondation des exposants de la classe 75 à l'Exposition universelle de 1889
(viticulture).

But : prix à décerner à celui qui indiquera un moyen pratique de se débarrasser des insectes ennemis de la vigne : l'altise ou la cochyliis.

Don : 1 000 francs.

A VOIR		D ÉBIT
Intérêts des sommes déposées à la Caisse des Dépôts et Consignations.	16, 30	Versé à la Caisse des Dépôts et Consignations.
		16, 30

En dépôt à la Caisse des Dépôts et Consignations : 1 106 fr. 65.

27° Fondation de Salverte.

But : décerner chaque année, sur la proposition du Comité des Beaux-Arts, un prix consistant en une médaille d'argent et une somme de 25 francs

à un ouvrier français appartenant à la corporation du bâtiment, habile, âgé de 60 ans au moins, père d'une famille nombreuse qu'il aurait bien élevée.

Don primitif : 1 000 francs, qui ont été employés à l'achat de 29 francs de rente 3 p. 100.

La fondation remonte à 1896 et le prix n'a pas encore été décerné.

A VOIR		DÉBIT
Solde de 1903.	213, 35	Néant.
Arrérages.	29 »	
	<u>242, 35</u>	

Reste en recette à la caisse de la Société : 242 fr. 35.

28° Fondation des exposants de la classe 19 à l'Exposition universelle de 1900
(machines à vapeur).

But : venir en aide à des mécaniciens malheureux.

Don : 2 034 francs versés en 1901.

A VOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	1 102 »	Allocation de 4 secours..	1 200 »
		Reporté aux fonds généraux.	2 »
			<u>1 202 »</u>

L'allocation de 4 secours en 1904 fait disparaître cette fondation.

29° Fondation des exposants de la classe 64 à l'Exposition universelle de 1900
(métallurgie).

But : subventionner des travaux et recherches intéressant la métallurgie.

Don : 5 560 francs versés en 1901 et 1902.

A VOIR		DÉBIT
Solde de 1903.	3 758 »	Néant.

Reste dans la caisse de la Société : 3 758 francs.

30° Fondation des exposants de la classe 38 à l'Exposition universelle de 1900.

But : recherches agricoles.

Don : 2 400 francs versés en 1902.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	2 109, 50	Subventions accordées. .	1 855 »

Reste dans la caisse de la Société : 254 fr. 50.

31° Souscriptions perpétuelles et à vie.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	19, 86	Achat de 15 francs de rente	
Versement fait par M. Lan-		3 p. 100	485,80
quety	500 »		
	519, 86		

Solde en caisse : 34 fr. 06.

Le capital constitué par les souscriptions perpétuelles et à vie comprend 2 657 francs de rente 3 p. 100.

32° Fondation André Massion.

Voulant perpétuer la mémoire de son fils, ingénieur mécanicien, M. Massion, notaire à Paris, a fait donation en 1903, à la Société, d'une somme de 30 000 francs.

But : le revenu de cette somme devra être appliqué à encourager des recherches « en vue de la construction d'un moteur à puissance spécifique très élevée sous le poids minimum ».

Capital : les 30 000 francs versés en 1903 ont été employés à l'achat de 64 obligations 3 p. 100 du chemin de fer de l'Est.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	967, 40	Néant.	
Arrérages.	921, 60		
	1 889 »		

Reste en caisse : 1 889 francs.

33° Donation Lamy.

But : encouragements à l'industrie nationale.

Don : 1 000 francs employés à l'achat d'une inscription de rente de 30 francs.

A VOIR		D ÉBIT	
Solde de 1903.	7, 50	Néant.	
Arrérages (y compris 3 tri-			
mestres de 1903 non portés au			
compte de cette année)	52, 50		
	60 »		

Reste en caisse : 60 francs.

34° Recherches sur la fragilité des aciers.
(Souscription des Compagnies de chemins de fer).

But : impression de travaux relatant des expériences déjà faites ou à faire sur la fragilité des aciers.

Un versement de 1 800 francs a été fait par les compagnies de chemins de fer.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	1 800 »	Allocation pour recherches.	2 000 »
Vente de volumes.	120 »	Frais de transport de livres.	69, 85
Reçu du compte « Réserve » de la Société.	149, 85		
	<u>2 069, 85</u>		<u>2 069, 85</u>

35° Donation Osmond.

But : recherches concernant la métallurgie.

Don : 4 600 francs versés en 1903.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1903.	2 000 »	Allocations.	1 000 »

Reste en caisse : 1 000 francs.

36° Fondation Gilbert.

But : M. Gilbert, fabricant de crayons à Givet, a légué à la Société d'Encouragement une somme de 20 000 francs « pour être employée de la façon que la Société jugera la plus favorable à encourager l'industrie française ».

Les 20 000 francs versés en 1904 ont été employés à l'achat d'une inscription de rente de 611 francs.

AVOIR		DOIT	
Solde disponible après prélèvement sur les 20 000 francs versés de la somme nécessaire à l'achat de 611 francs de rente		Remboursement de frais. . .	27, 40
3 p. 100.	15, 35		
Arrérages.	458, 25		
	<u>473, 60</u>		

Reste en caisse : 446 fr. 20.

Le bilan de notre Société, arrêté au 31 décembre 1904, est annexé à notre rapport.

Votre Commission a constaté l'exactitude et la parfaite régularité des comptes que nous venons de vous présenter et vous propose de les approuver.

Elle est assurée d'être votre interprète en adressant un nouveau témoignage de vive gratitude à notre trésorier, M. Goupil de Préfelin, pour le rare dévouement et la haute compétence qu'il apporte depuis si longtemps à la gestion des finances de notre Société.

Signé : LAFOSSE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 8 Décembre 1905.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1904

ACTIF

Immeuble de la Société. 600,000 .. 2.724.304,56
Portefeuille de la Société 2.121.304,56 }

Portefeuille des fondations. 648.518,92
Portefeuille du fonds d'accroissement 253.297,59 }

Caisse, BANQUIERS :

Crédit Foncier. 25.618,22
Caisse des Dépôts et Consignations 18.482,03
Caisse du Siège social. 2.253,27
Caisse du Trésorier 18.742,83

Dépense divers. 2.911,95
Soldo debiteur des comptes : 4.056,04
Fondation Roy. 108,67

TOTAL DE L'ACTIF.

3.035.324,05

PASSIF

Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société.
Valeurs des fondations.

Somme provenant des fondations, classes et comptes spéciaux versées dans la Caisse de la Société, qui en est débiteur.

Jallivet 160,70
Baptst (A) 1.131,80
Gaspist (J.) 5.439,65
Chesneau 1.743,65
Galléine 143,11
Gurel 317,61
Fauler 638,81
Leyraud 2.820,45
De Milly 918,95
Christolle et Roullhet 464,34
Macearal 467,26
Mercadier 488,96
Meynot 645,55
Meynot 518,84
Melcons 481,35
Savalle (classe 50. Exposition 1867) 701,85
Parmentier 3.034,90
Classe 51 (1889) 482,95
" — 52 (1889) 321,48
" — 62 (1889) 373,99
De Salverle 242,35
Classe 64 (1900). 3.758,00
" — 38 (1900). 254,50
Souscriptions perpétuelles et à vie. 34,06
Massion 4.889,00
Lamy 60,00
Osmont 4,00
Gilbert 446,20

Réserves provenant des fondations, dons et comptes spéciaux, versées à la Classe des Dépôts et Consignations.

Prix d'Argentueil 6.271,94
Prix de la Classe 27 (1867) 2.374,18
Prix Gilard 4.680,18
Prix Masson 1.106,65
Classe 75 (1889) 1.106,65
Subventions à régler. 8.600,00
Creanciers divers. 12.907,58

TOTAL DU PASSIF.

3.035.324,05

RAPPORT présenté par **M. Bordet** au nom des Censeurs,
sur les comptes de l'année 1904.

MESSIEURS,

Le compte qui vous est présenté pour les fonds généraux, c'est-à-dire pour les ressources appartenant en propre à la Société, justifie l'observation faite par la Commission des fonds; depuis plusieurs années, nos recettes fléchissent et ne suffisent pas à couvrir nos dépenses; nous diminuons progressivement nos réserves. Cette situation appelle toute l'attention du Conseil : nous devons nous montrer sévères dans l'établissement de notre budget, réaliser les économies possibles dans nos services intérieurs et limiter suivant nos disponibilités les sacrifices que nous faisons pour le *Bulletin* et les expériences.

En ce qui concerne les fondations qui nous sont confiées, nous n'avons pas utilisé toutes les ressources dont nous disposions, mais les conditions fixées par les donateurs sont souvent difficiles à réaliser. L'ensemble des fondations représentait pour 1904 un budget total de 76 568 francs; nous avons pu distribuer en secours, récompenses ou subventions, 43 672 francs; cette dernière somme témoigne de l'activité de la Société et des services qu'elle est appelée à rendre.

Au cours de la présente année, l'un des Censeurs, M. Édouard Simon, nous a été enlevé par une longue et douloureuse maladie. C'est une perte cruelle pour notre Société dont il s'occupait assidûment et bien cruelle aussi pour toutes les infortunes dont il était le soutien et le défenseur infatigable. Nous garderons le souvenir de sa laborieuse activité, de son dévouement pour les travailleurs méritants et de son extrême bonté.

L. BORDET.

Lu et approuvé en séance, le 8 Décembre 1905.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR **M. Édouard Simon**, *membre du Comité des Arts mécaniques*,
par **M. Brüll** (1).

La Société d'Encouragement a ressenti douloureusement la perte prématurée de M. Édouard Simon. Il était sociétaire depuis 1876 et membre du Comité des Arts mécaniques depuis 1881. En 1897, il avait été nommé censeur et il était devenu, il y a cinq ans, membre perpétuel.

Dans la séance où fut annoncé son décès, cette communication fut suivie de quelques hommages émus, de quelques éloges partis du cœur auxquels l'assistance s'associa avec sympathie.

Mais ce n'est pas assez de ces marques de regret pour honorer comme il convient un dévouement aussi actif et aussi persévérant, et la Société a voulu inscrire dans ses annales un témoignage plus explicite de son estime et de sa reconnaissance.

Il suffira, pour le dresser, de présenter un rapide historique de la carrière si bien remplie de notre regretté collègue et, sans taire les services qu'il a rendus dans d'autres milieux, d'exposer surtout ceux qu'il a prodigués avec un zèle vraiment exceptionnel au sein de notre Société.

Édouard Simon est né le 1^{er} décembre 1840 à Elbeuf, où son père avait fondé, dix ans auparavant, une fabrique de draps. Sa mère était la sœur de M^{me} Michel Alcan et le savant professeur, qui a été pendant trente ans un des membres les plus brillants du Conseil de notre Société, prit la plus grande part à l'instruction de son neveu. Il fut son maître, l'associa à ses travaux et le guida dans sa carrière.

Édouard Simon, dès sa sortie du lycée Bonaparte, entra dans le bureau d'ingénieur de Michel Alcan où il fut initié aux principes et à la technique des industries textiles.

A vingt ans, il put être attaché à la filature Héland, à Louviers, où il se forma à la pratique des ateliers.

(1) Lu en séance le 24 novembre 1905.

C'est dans cet établissement qu'il fut victime d'un grave accident. Il eut la main droite prise entre deux roues d'engrenage ; la mutilation était sérieuse et lui infligea une fâcheuse et durable infirmité.

Il travailla de 1861 à 1864 dans la fabrique paternelle à Elbeuf, avec son frère aîné. Il y fit des constructions et des installations de matériel tout en dirigeant la fabrication.

Simon a occupé par la suite plusieurs emplois d'ingénieur. De 1867 à 1870, il travaillait chez Michel Alcan à des études d'installations industrielles en même temps qu'à des ouvrages et publications techniques. Il a réorganisé une filature de chanvre à Angers. Il a été directeur pendant quatre ans de la filature de bourre de soie Ritaud et Platanet à Paris. En 1875, il a, comme directeur de la Société dentellière, travaillé à perfectionner et à rendre pratique une curieuse machine produisant la dentelle vraie par des procédés exclusivement mécaniques. Enfin, depuis cette époque, il était expert près les tribunaux et expert du gouvernement. L'étendue de ses connaissances, la sûreté de jugement et l'équité scrupuleuse qui le distinguaient rendaient ses avis précieux.

Il a publié un grand nombre de travaux sur la filature et le tissage et aussi sur diverses questions économiques. On lui doit l'édition, en 1891, d'un traité de tissage mécanique et, en 1893, celle d'un manuel pratique de la bonneterie, ouvrages traduits de l'allemand par M. André Simon, son neveu et son élève, membre de notre Société.

Édouard Simon a rempli diverses missions, inutile de dire avec quel dévouement, dans nos quatre grandes expositions de 1867 à 1900 (1).

Il se consacrait aussi à d'autres œuvres d'intérêt général.

En 1870, il a été commissaire spécial aux industries textiles près l'enquête parlementaire sur le régime économique de la France et en 1878, secrétaire du comité d'organisation du congrès pour le numéro-

(1) En 1867, à l'Exposition universelle de Paris, Simon fut chargé de l'installation du matériel de la filature, du tissage et de la corderie ; il fut membre associé du jury et l'un des deux rapporteurs de cette classe.

A l'Exposition de 1878, il fut successivement membre secrétaire du comité d'admission, président du comité d'installation, membre du jury international des récompenses ; il fut aussi chargé du rapport du jury.

Pour 1889, il fut vice-président du comité d'admission du matériel des textiles et aussi du comité d'installation.

En 1900, il était vice-président du comité d'admission et du comité d'installation de la classe 76, membre et secrétaire du jury international des récompenses, rapporteur à l'Exposition centennale.

tage uniforme des fils. C'est là une question importante à laquelle il a donné son effort avec une louable persévérance.

En 1900, une conférence se réunit à Paris pour continuer l'étude de ce même sujet; E. Simon en était le secrétaire général.

La première société technique dans laquelle il entra fut la Société des ingénieurs civils de France. Nommé membre en 1868, il fit partie du comité pendant dix années. Il était assidu aux séances, prenait souvent la parole dans les discussions et l'on goûtait fort la lucidité avec laquelle il présentait soit quelque vue originale, soit quelque document probant. Il a donné plus de vingt communications d'ordre technique ou économique, fait de fréquents envois à la bibliothèque; il a introduit beaucoup de nouveaux membres, pris part aux travaux de nombreuses commissions, remplacé pendant plusieurs mois le trésorier malade. Il a institué en 1888, à ses frais une médaille d'or à décerner tous les trois ans au meilleur mémoire sous le nom de prix Alcan. Dans cette grande société, nous avons été témoin de la haute considération, de l'effectueuse estime, des chaudes amitiés dont il a toujours été l'objet.

L'Association des industriels de France contre les accidents du travail, qui l'avait appelé en 1889 dans son conseil de direction, lui confia en 1894 les importantes fonctions de secrétaire général qu'il a remplies jusqu'à la fin de sa vie. La Société connaît bien l'intérêt attentif qu'il portait à la prévention des accidents auxquels les ouvriers sont exposés pendant leur travail. Aussi ne peut-elle que s'associer à l'éloge adressé à sa mémoire par M. S. Périssé, notre collègue, président honoraire de l'Association, quand il proclamait que Simon avait rempli sa charge avec assiduité, activité et intelligence, et que ses conseils, toujours pondérés, étaient tous pris en considération.

Il fut membre du conseil de l'Association des inventeurs et artistes industriels et, là encore, il montrait pour les chercheurs et les travailleurs cette bienveillance intelligente que notre Société l'a vu manifester sous tant de formes diverses.

A la Société de secours des Amis des Sciences, il a fait en 1891 un don de 25 000 francs et la fondation porte le nom de sa mère.

Il était depuis 1890 membre du comité de l'Association de l'industrie et de l'agriculture française. M. J. Méline, le président, le tenait en haute estime et a déclaré qu'il était une des lumières de l'association.

A la Société de protection des apprentis, Simon était depuis douze ans

membre perpétuel. Il y jouissait d'une légitime autorité, s'intéressait activement aux enfants qu'il visitait lui-même et subventionnait souvent. Devenu censeur, il contribua à propager les cours de jour aux jeunes ouvriers et obtint pour cet objet un subside de notre Société.

Il était aussi vice-président depuis douze ans de l'œuvre des libérées de Saint-Lazare, qui relève tant d'âmes brisées et ramène au bien de pauvres égarées.

Pendant la guerre contre la Prusse, Simon, qui avait été exempté du service militaire en raison de sa blessure, voulut cependant concourir, dans la mesure de ses forces, à la défense du pays. Il fut le promoteur, l'organisateur et le chef d'une ambulance volante rattachée au bataillon des mobilisés d'Elbeuf, dans lequel il s'engagea comme infirmier volontaire et sans solde. On le vit transporter des varioleux, ramasser à Nassandres, dans les lignes prussiennes, des francs-tireurs blessés et les ramener à Bernay (14 décembre 1870), chercher, sous une grêle de balles, à relever le corps d'un lieutenant tué aux avant-postes d'Elbeuf (31 décembre 1870).

Tant de services auraient mérité depuis longtemps une récompense. Dès l'Exposition de 1867, sur l'initiative de Dupuy de Lôme, Leplay, commissaire général proposait Ed. Simon pour la croix de la Légion d'honneur. Après l'Exposition de 1878, les membres du jury dont il faisait partie renouvelaient la proposition. Mais notre collègue était doué d'une rare modestie; dépourvu d'ambition, il se contentait du témoignage de sa conscience et de l'estime dont il recueillait partout les marques. Il fut longtemps oublié et ce n'est qu'en 1900 qu'il fut nommé chevalier de la Légion d'honneur.

On a vu, par l'exposé qui précède, quel était l'homme qui fut admis le 26 mai 1876 comme membre de la Société d'Encouragement.

Dès 1879, il donnait lecture en séance d'une intéressante note sur le numérotage des fils.

Dans la même année il remettait son « Étude sur les machines nouvelles de la filature et du tissage à l'Exposition de 1878 ».

Édouard Simon fut élu membre du Comité des Arts mécaniques le 8 juillet 1881.

La haute compétence de Michel Alcan avait depuis longtemps attiré à la Société les travaux relatifs aux industries textiles. Depuis janvier 1877, époque de sa mort, il n'y avait plus dans le Conseil de spécialiste autorisé pour mettre en lumière les publications ou les perfectionnements se rap-

portant à cette branche si importante de l'activité industrielle. L'entrée au Comité du disciple préféré d'Alcan était donc particulièrement heureuse.

On le vit bien dès le début ; par la suite, son autorité augmenta en même temps que l'activité de sa collaboration.

En dehors des communications qui parvenaient spontanément à la Société, notre collègue mettait à profit ses relations professionnelles pour lui amener la présentation des progrès les plus marquants de la filature, du tissage et des industries qui s'y rattachent. Et, s'il n'y parvenait pas, il entreprenait d'exposer lui-même, soit en séance, soit par des notes fournies au *Bulletin*, les perfectionnements les plus intéressants.

Il a produit ainsi soixante-cinq rapports et vingt-neuf communications, sans parler de ses nombreux travaux sur les mesures administratives, sur les secours ou encouragements à accorder.

En sa qualité de censeur, il étudiait de près les comptes de la Société, Tout en recommandant en chaque occasion la plus stricte économie, il conseillait aussi d'utiliser sans crainte les fonds dont la Société dispose en vue d'activer son action sur le progrès industriel.

La plupart des contributions techniques d'Édouard Simon ont trait aux textiles. Ces questions sont d'un abord malaisé pour tous ceux qui n'y sont pas spécialement exercés. Simon s'attachait, en raison de cette difficulté, à la lucidité des descriptions et des explications. Quand il avait présenté un livre, donné des extraits ou des traductions de quelque brochure, on éprouvait le désir de lire l'ouvrage. Lorsqu'il décrivait une machine ou un procédé, il suffisait d'un peu d'attention pour en saisir les particularités.

Mais en dehors de cette spécialité, il a abordé encore des sujets divers, notamment les questions d'accidents du travail, d'organisation du commerce, de prévoyance, d'instruction professionnelle et d'économie sociale.

L'œuvre entière est d'une belle ordonnance, d'un style sobre, quelquefois élégant, malgré l'aridité de certains sujets.

Au Comité, dont il ne manquait pas une séance, il faisait volontiers servir l'influence de la Société à faire rendre justice à des chercheurs méconnus malgré leur mérite ; il s'efforçait à procurer de l'aide aux intéressantes victimes de l'esprit inventif, soit par les ressources dont la Société dispose pour cet objet, soit en dehors d'elle. On a pu ainsi obtenir quelques placements dans des établissements hospitaliers. Simon émettait

souvent des suggestions habiles, découvrant par exemple dans les disponibilités des fondations, qui n'avaient pas de mystère pour lui, certains fonds applicables à des encouragements ou des secours qu'on désirait vivement accorder.

Cette charité ingénieuse était d'ailleurs dans ses habitudes. Bien que sa situation ne dépassât pas une modeste aisance et qu'il n'ait jamais recherché les profits des affaires, il soulageait de nombreuses misères et, non content d'y employer sa bourse toujours ouverte, il entreprenait aussi en leur faveur des démarches habiles et souvent laborieuses qui leur procuraient l'assistance. Souvent, pour ménager la dignité d'un malheureux, il lui laissait croire que le secours qu'il lui remettait provenait des fonds de quelque association dont il était membre. D'autres fois on l'a vu, non seulement satisfaire aux sollicitations, mais encore rechercher des infortunes dignes d'intérêt, tels que de vieux ouvriers épuisés par un travail prolongé, pour les secourir ou les faire profiter des libéralités disponibles dans quelque caisse charitable.

Son noble cœur était ouvert aux idées de justice, de solidarité et de bienfaisance. C'était un philanthrope actif et toujours dispos.

L'élévation de ses sentiments, la droiture de son caractère, la rectitude de son jugement, sa réserve et sa discrétion rendaient son commerce sûr et précieux. Ceux qu'il a honorés de son amitié lui en resteront reconnaissants.

Simon a toujours eu une santé délicate. Il s'était astreint à une vie retirée, toute de modération, mais on a vu combien il a toujours été laborieux, malgré les ménagements qu'il était contraint d'observer. Il a souvent enduré la souffrance. Il savait la supporter d'une âme ferme, avec une inaltérable patience, sans que jamais son humeur en fût altérée.

Pendant sa dernière maladie il cherchait à rassurer et à consoler ses proches attristés, alors qu'avec son expérience, il ne pouvait plus garder que bien peu d'espoir de vivre. Il a conservé jusqu'à la fin une sereine philosophie.

Au milieu des mérites de notre collègue regretté, celui qui le distingue avant tout, c'est la bonté.

BEAUX-ARTS

RAPPORT présenté par **M. Pillet**, au nom du *Comité des Beaux-Arts* SUR UN
CHASSIS A TENDRE LA TOILE OU LE PAPIER IMAGINÉ par **M. E.-J. A. Gaillet**,
et désigné par lui sous le nom de *Le Rationnel*.

Les châssis employés pour tendre les toiles à l'usage des artistes peintres sont de deux genres. Ou bien ils sont fixes, c'est-à-dire inextensibles, ou bien ils sont « à clés », c'est-à-dire extensibles, grâce à des clavettes et à des contre-clavettes en bois qui, placées généralement dans les angles, permettent, en exerçant des percussions sur leurs têtes les plus larges, d'écarter ces angles et, par conséquent, de produire le même effet que si les côtés du châssis, augmentaient de longueur. Les châssis à clés sont très employés, car ils donnent le moyen d'avoir des toiles toujours bien tendues, et cela malgré les variations de la température, et même malgré certaines imperfections apportées dans le clouage de la toile sur les bords du châssis.

Ils ont cependant les inconvénients suivants :

1° Lorsque le châssis est exposé dans un endroit très sec, la toile se détend, les clés se contractent et tombent d'elles-mêmes; souvent elles se perdent ;

2° Pour tendre la toile, il faut frapper successivement, et *très également*, sur toutes les clés; opération longue et délicate, qui entraîne souvent la rupture desdites clés ;

3° Ces chocs ébranlent et font vibrer la toile, ce qui n'est pas sans inconvénients, surtout pour les pastels desquels cela fait tomber la fine poussière de crayon coloré, sorte d'épiderme velouté qui constitue la plus grande partie de leur charme ;

4° Pour les grandes toiles, on ne peut frapper les clés dans les angles qu'en montant sur une échelle qu'il faut déplacer pour chaque angle, ce qui est fatigant, incommode et peu favorable à l'exécution d'un travail régulier.

M. Gaillet a cherché à réaliser la tension de la toile ou du papier :

1° En opérant sans choc, c'est-à-dire par un effort continu, à la fois très doux et très énergique ;

2° En agissant en un seul point, ou, pour les grandes toiles, en deux points suffisamment rapprochés pour que l'opération puisse se faire avec

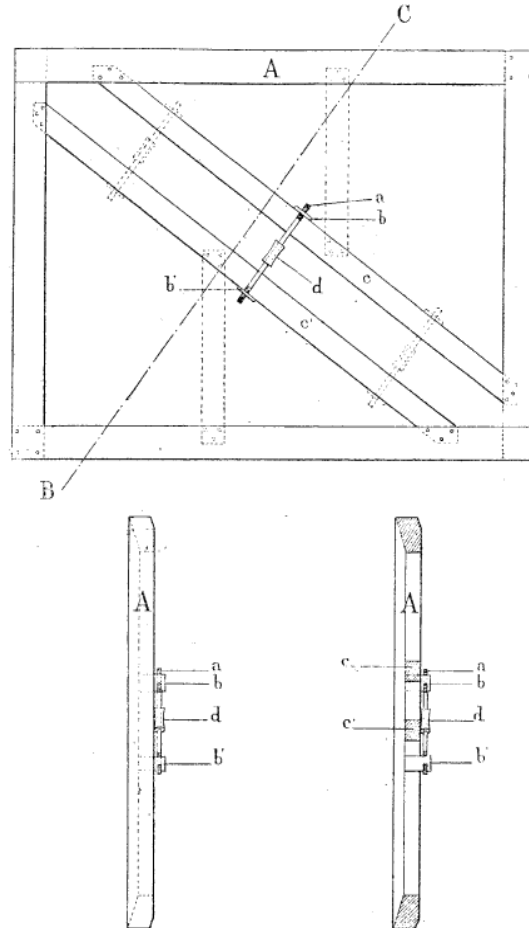


Fig. 1. — Châssis tendeur *Gaillet*.

un ensemble absolu et sans nécessiter des déplacements sensibles pour l'opérateur.

Le Rationnel se compose à cet effet (fig. 1) de deux demi-châssis en forme de triangles rectangles, A, dont les deux côtés sont réunis par une écharpe *c*, ou *c'*, parallèle à l'hypoténuse fictive des triangles rectangles qui formeraient les moitiés du châssis complet.

Les angles droits de ces triangles rectangles sont, grâce à la triangulation due à l'écharpe, parfaitement invariables, ce qui est déjà un réel avantage.

Quant aux sommets libres, ils sont réunis entre eux par l'assemblage bien connu sous le nom de *tenon et mortaise d'onglet*, mais les tenons ne sont pas collés dans les mortaises, et ils peuvent glisser dans l'intérieur de ces dernières.

Enfin, et c'est là la partie principale de l'invention : un *tendeur*, *da*, est placé entre les deux écharpes et normalement à leur direction.

Il se compose d'une tige de fer filetée en sens inverse à ses deux extrémités, *b* et *b'*, lesquelles peuvent se visser en des écrous fixés sur l'écharpe. Un petit trou pratiqué au milieu de la tige filetée permet l'introduction d'une clé, laquelle peut se composer d'un simple clou.

Suivant que l'on tourne cette clé dans un sens ou dans un autre, on opère le rapprochement où l'éloignement des deux écharpes et, par conséquent, la contraction ou la dilatation de la toile clouée sur le pourtour du châssis.

Lorsque le châssis possède de très grandes dimensions, on peut, entre les écharpes, placer deux tendeurs au lieu d'un seul, mais cela n'est peut-être pas tout à fait indispensable, car l'écharpe mise à plat est pressée par le tendeur dans le sens répondant à sa plus grande résistance à la flexion. D'ailleurs, si elle prenait une flèche légère, cela n'aurait que des avantages, car elle fonctionnerait alors comme un ressort donnant à l'ensemble du système une flexibilité de nature à lui permettre de se prêter plus facilement aux écarts de tension qui résulteraient des variations de la température.

M. Gaillet est dessinateur et peintre, et c'est en cette double qualité qu'il a été amené à faire son invention.

Le dispositif qu'il a imaginé est à la fois certain dans son application et économique dans sa réalisation ; nous pensons qu'il est appelé à rendre de grands services non seulement aux artistes que la France s'honore de posséder en si grand nombre, mais encore aux industriels qui, employant des tissus, ont besoin de les avoir très régulièrement tendus. C'est pourquoi, Messieurs, votre Comité vous propose l'insertion, au *Bulletin*, du présent Rapport.

Lu et approuvé en séance, le 10 Novembre 1905.

Signé : PILLET, rapporteur.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT, présenté par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, SUR LA GRILLE-CADRE de **M. Tourneux**.

Au moment où une peau vient d'être séparée de l'animal, alors qu'elle est encore saignante et non refroidie, elle a des dimensions qui donnent ses proportions exactes lorsqu'elle était sur l'animal ; mais les exigences du commerce, les délais de transport, les moyens de conservation ou la simple dessiccation à l'air sont la cause de contractions qui produisent un retrait et modifient les dimensions primitives. Lors de l'opération du tannage, ce retrait est pour ainsi dire fixé et, suivant la nature et l'orientation des fibres, il s'est produit des boursofflures ou des plissements correspondant à la résistance des diverses parties de la peau.

C'est alors qu'intervient le corroyeur qui, par la mise en suif et le travail de butage et de crépissage, cherche d'abord à briser le nerf de la peau, à assouplir les diverses parties, puis, par la mise au vent, à la ramener à ses dimensions premières en rentrant les parties fortes ou en développant les parties plissées. Aussi voit-on, sur la table de mise au vent, ce cuir constituer une feuille d'une épaisseur régulière retenant environ 30 p. 100 de l'eau qui a servi au travail et une petite quantité de suif qui donne de la souplesse aux fibres. A ce moment du travail, on constate, par exemple, que les dimensions d'un croupon ou dos de bœuf se sont trouvées augmentées, comparativement à l'état sec, de 5 à 6 p. 100 dans le sens de la longueur et de 3 p. 100 dans le sens de la largeur. Mais, dès que l'on soulève ce cuir du marbre sur lequel il repose, on le voit, à mesure qu'il sèche, se rétracter rapidement, se gauchir, se corner, se mettre en rouleau, et l'on perd ainsi une grande partie du bon effet du travail précédent. Généralement on se borne à *tomber* les cuirs, ce qui consiste à redresser autant que possible les parties gauchies et à les empiler les uns sur les autres.

On a cherché à sécher les cuirs, principalement en Allemagne, en les

fixant dans des cadres tendeurs, mais, retenus également sur tout leur pourtour et leurs différentes parties n'ayant pas le jeu qui convient à chacune, ils ont, après dessiccation, ou un allongement exagéré s'ils ont été trop tendus, ce qui diminue leur force de résistance, ou, au contraire, un retrait partiel et irrégulier s'ils ont été insuffisamment tendus.

Enfin, on fait également usage de machines qui donnent de bons résultats, mais entraînent à des frais souvent trop élevés pour certaines fabriques.

C'est pour obvier à ces inconvénients qu'un praticien expérimenté, M. Tourneux, a imaginé un appareil très simple qu'il appelle la *Grille-Cadre universelle*, ayant pour but de saisir rapidement la feuille de cuir au moment même où on la soulève du marbre et de la fixer d'une manière invariable en quelques points bien choisis de manière à éviter, lors de la dessiccation, tout mouvement de retrait ou de gauchissement. Pendant toute la durée de cette dessiccation, le cuir ainsi fixé ne peut modifier ses dimensions tant en longueur qu'en largeur et les variations ne peuvent se faire que dans le sens de l'épaisseur, ce qui donnera de l'homogénéité tout en conservant la disposition naturelle des fibres telle qu'elle a été rendue lors de la mise au vent. Le seul point délicat à observer est le choix judicieux des points d'attache de la feuille de cuir afin de ne pas contrarier le jeu naturel des diverses parties lors de la dessiccation, mais un bon ouvrier, auquel la pratique de la mise au vent a appris à connaître la direction exacte des fibres des diverses parties de la peau, arrive rapidement à déterminer immédiatement ces points d'attache.

La grille-cadre se compose de cinq tringles munies, à chacune de leurs extrémités, de mâchoires ou pinces; ces tringles sont télescopantes ou à coulisses. Deux d'entre elles sont placées en long, vers la naissance des flancs, c'est-à-dire suivant les lignes de plus grande épaisseur, pour empêcher tout mouvement de rentrée et les trois autres correspondent aux lignes des membres et au milieu du ventre. Ces tringles transversales, en même temps qu'elles s'opposent à la rentrée du cuir, agissent par leur poids pour compléter le travail des tringles longitudinales et parer à leur gauchissement.

Nous avons tenu à voir fonctionner cette grille-cadre et, sur notre demande, M. Tourneux nous a introduit dans une fabrique de courroies où l'on en fait un usage courant.

Pour la fabrication des courroies, en particulier, on comprend l'import-

tance d'avoir une feuille de cuir d'épaisseur sensiblement régulière dans son ensemble, ce qui permet d'y découper, sans déchet, des bandes homogènes, ne devant plus jouer, bien planes et ne laissant pas craindre un gauchissement ultérieur. Or, nous avons vu en service une dizaine de ces grilles-cadres et le cuir, qu'on détachait après dessiccation, se présentait sous forme d'une feuille bien sèche, d'épaisseur régulière, plane et semblant justifier complètement l'éloge qui nous en était fait dans cette fabrique. Le simple examen des cuirs ainsi séchés montre qu'on peut les découper immédiatement en bandes sans être obligé, comme dans beaucoup de fabriques de courroies, de les soumettre à une tension pour détruire les plis ou les poches qui s'y rencontrent avec le travail ordinaire. Ajoutons que la mise en grille-cadre n'exige que quelques minutes.

Mais une question importante est celle de la résistance comparative entre le cuir séché à l'air soit librement, soit avec la grille-cadre. Or, d'après de nombreux résultats d'expériences faites au dynamomètre, tandis qu'un croupon à courroie, travaillé à la façon ordinaire, commence par s'allonger sous une certaine charge initiale, un croupon semblable, mais séché dans la grille-cadre, est au contraire inextensible pour la même charge, ce qui tient à l'épaisseur mieux répartie et à l'absence de retrait lors de la dessiccation, et constitue une qualité importante lors de la mise en service d'une courroie. Si l'on continue à augmenter la charge, la rupture se produit sensiblement dans les mêmes conditions.

Un autre avantage est l'augmentation de surface résultant du séchage dans la grille-cadre, qui, pour un croupon de bœuf, est de 9 p. 100 environ; la matière valant en moyenne 25 francs le mètre carré, on a donc un gain de 2 fr. 25 par mètre carré, ce qui, d'après les dimensions moyennes d'un croupon, donne un bénéfice pouvant être évalué à 5 francs.

La grille-cadre a un poids de 22 kilogrammes, son emploi est facile et elle peut servir, en moyenne, pour 8 ou 10 croupons par mois; on voit donc que, si son prix est encore un peu élevé, le gain réalisé, tant au point de vue de la surface utilisable qu'à celui de la qualité du produit obtenu, autorise à regarder son emploi comme rapidement rémunérateur, d'autant plus que cet appareil, tout en étant très soigné comme détails de construction, est très robuste.

D'autres appareils semblables, mais de dimensions plus faibles, s'emploient également pour les cuirs de veau; leur poids est compris entre 1^{kg},500 et 5 kilogrammes.

En terminant, nous devons cependant signaler les réserves que nous ont exprimées plusieurs praticiens qui, à la vérité, ne s'appuyaient sur aucune expérience, mais, en présence des constatations faites directement par le rapporteur dans une fabrique employant couramment ces appareils et des explications qui lui ont été données tant par l'inventeur que par les industriels et les ouvriers qui s'en servent, votre Comité des Arts chimiques estime qu'il est intéressant de faire connaître la grille-cadre universelle présentée par M. Tourneux et vous demande de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 8 Décembre 1905.

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté par **M. Ach. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, SUR UNE ÉTUDE DE **M. J. Prévot** RELATIVE A L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DES INDUSTRIES DU CUIR EN ANGLETERRE.

M. J. Prévot soumet à l'examen de la Société une étude sur l'*Enseignement technique des industries du cuir en Angleterre*; licencié ès sciences et ancien élève de l'école française de tannerie, il a, en outre, suivi tout particulièrement les cours de tannerie de l'Université anglaise de Leeds. On devait donc s'attendre à trouver dans ce travail des renseignements très instructifs, et l'on n'est nullement déçu quand on en a terminé la lecture.

Après avoir exposé l'organisation de l'enseignement supérieur de l'Université de Leeds et les programmes des cours, M. Prévot s'est arrêté longuement sur l'enseignement de M. Procter, le savant bien connu qui joint à sa grande compétence dans les questions de tannerie la précieuse qualité de passionner ses élèves pour les études, cependant très arides, qu'il dirige; aussi, le résumé de cet enseignement, publié par M. Procter (*Leather Industries Laboratory Book*), présente un très grand intérêt pour les lecteurs français.

Après les théories générales : théorie des solutions, hypothèse des ions, chimie physique de la peau, sont étudiés la mégisserie et le tannage aux sels d'aluminium, de fer et de manganèse, le tannage au chrome à un ou deux bains, qui est remarquablement exposé, et, enfin, les tannages végétaux. Des chapitres consacrés à la corroierie, à la teinture, aux confits, terminent cet intéressant résumé. On peut ainsi se faire une idée d'ensemble des théories scientifiques les plus récentes sur des questions qui restent encore envisagées par beaucoup d'industriels comme dépendant presque exclusivement d'une pratique traditionnelle. On comprend, en outre, combien est fortement préparé l'élève qui a suivi cet enseignement et qui va entrer lui-même dans l'industrie.

Un exemple, du reste, qui prouve toute l'importance de ces études menées scientifiquement est fourni par deux notes présentées par M. Wood et résumées par M. Prévot, sur les confits; ces notes ont pour objet des

recherches en vue de remplacer les procédés répugnants et incertains, actuellement en usage, par des procédés chimiques précis et par l'emploi de cultures bactériologiques pures correspondant à l'influence des micro-organismes produits dans ces confits. Or, ce qui donne un grand intérêt aux résultats scientifiques obtenus, c'est que, actuellement, les industriels peuvent se procurer des liquides tout préparés, par M. Wood en Angleterre et MM. Popp et Becker en Allemagne, permettant de substituer des liquides d'action certaine et précise aux anciens confits empiriques, de conduite difficile et capricieuse.

Dans une seconde partie de son étude, M. Prévot expose l'enseignement élémentaire des industries du cuir en Angleterre, et, ici encore, nous trouvons de nombreuses observations méritant d'être signalées.

Le type de cet enseignement est l'Institut Hérold, créé à Londres en 1895 et dirigé par M. le docteur Parker. Grâce aux sommes importantes mises à la disposition de cet institut, on a pu d'abord fonder des cours du soir sur la fabrication de la grosse et de la petite peau, ayant lieu de 7 h. 1/2 à 8 h. 1/2, avec travaux pratiques se prolongeant jusqu'à 10 heures. Ces cours ont réuni de nombreux élèves et ont amené la création d'un enseignement de jour qui a pris rapidement un grand développement et dont le programme diffère peu de celui de l'Université de Leeds.

Mais ce qui est intéressant à faire connaître, c'est l'esprit dans lequel sont faits les cours du soir, dont le caractère est bien précisé par ce que dit M. Parker pour les cours de chimie : « Ce que nous enseignons à nos élèves des cours élémentaires du soir, sous le nom de chimie, n'est pas à proprement parler de la chimie, mais une suite de leçons de choses dans lesquelles nous les faisons manipuler eux-mêmes, qui leur permettent de comprendre la raison des phénomènes journaliers de la fabrication et qui les familiarisent avec les produits employés chaque jour dans leur industrie. » Cette manière de comprendre l'enseignement pour des ouvriers d'une industrie déterminée nous semble pouvoir être méditée avec fruit.

D'autres villes, Northampton et Walsall, par exemple, ont également organisé des cours réguliers ; Londres et Glasgow ont demandé à M. Procter des séries de conférences publiées, depuis, sous le nom de « conférences Cantor », et on voit ainsi l'enseignement, qui a pris naissance à Leeds, se répandre en Angleterre au grand bénéfice des industries du cuir. Enfin l'Institut de la Cité et des Corporations de Londres a institué des examens, dont M. Prévot donne le programme, pour la tannerie et la cor-

roierie de la grosse peau, la fabrication de la petite peau, la teinture, etc., et qui confèrent l'obtention de certificats avec médailles ou prix en argent.

En résumé, cette étude très claire, très scientifique, très documentée, fait bien ressortir le grand mouvement qui s'est produit, en Angleterre, dans les industries du cuir. M. Prévot s'est modestement abstenu de tirer des conclusions pratiques concernant notre industrie; mais comme il a fait également un séjour dans les écoles de tannerie allemandes, nous espérons qu'après avoir publié une seconde étude sur l'enseignement dans ces écoles et, en particulier, dans celle de Vienne, il formulera des desiderata pouvant être utilement soumis aux praticiens de l'Industrie française.

Il faut du reste reconnaître que notre industrie n'est pas restée inactive et que le Syndicat général des peaux et cuirs de France a pris l'initiative de créations importantes. C'est à lui, en effet, que l'on doit la création de l'école de tannerie de Lyon où fait autorité un professeur distingué, M. Meunier; tout récemment, le syndicat a créé des prix pour la solution d'un certain nombre de questions qui intéressent la tannerie et qu'il signale aux chimistes; il a entrepris, à ses frais, la publication d'études spéciales dont, précisément, fait partie l'étude de M. Prévot. De même, la Chambre syndicale des cuirs et peaux de Paris a organisé des conférences publiques pour 1905 sur les produits et les procédés employés dans la fabrication du cuir.

Mais nous estimons que le travail de M. Prévot, par les renseignements si intéressants qu'il apporte et les résultats qu'il met en lumière, incitera l'industrie des cuirs en France, non seulement à persévérer mais encore à marcher plus avant dans la voie où elle s'est engagée; il servira, en outre, à appeler l'attention sur un mode d'enseignement dans lequel les applications pratiques personnelles suivent toujours, pour l'élève, les explications théoriques aussi bien dans les cours supérieurs que dans les cours élémentaires.

Votre Comité des Arts chimiques a donc l'honneur de vous proposer de féliciter M. Prévot de cette très intéressante étude et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : A. LIVACHE, rapporteur.

Lu et approuvé en séance, le 8 décembre 1905.

ARTS ÉCONOMIQUES

RAPPORT présenté au nom du *Comité des Arts économiques*, par
M. Paul Toulon, SUR LA MACHINE À ÉCRIRE HAMMOND.

M. Pierre Castelli, agent général et représentant pour la France de M. Hammond, a présenté à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale la machine à écrire de cet inventeur.

La machine à écrire Hammond est d'origine américaine, comme la plupart des appareils de ce genre. Elle présente des dispositions particulièrement originales et intéressantes. Pour bien apprécier les mérites de cette invention, il paraît utile de rappeler, dans un rapide exposé, les origines de la machine à écrire, les principes généraux qui ont guidé les constructeurs de ces appareils et les développements extraordinaires qu'a pris cette branche de l'industrie en Amérique.

Historiquement, le premier brevet pour machine à écrire a été pris par un Anglais, Henri Mill, le 17 janvier 1714 ; c'était probablement une machine pour aveugles avec caractères en relief. Un Français, en 1784, imagina une machine analogue. En Amérique, Burth, de Détroit (Michigan), fit, en 1829, une machine appelée « Typographe » qui ne donna aucun résultat commercial.

Un Français, Xavier Progin, de Marseille, prit un brevet le 6 septembre 1833 pour une machine ou plume typographique. Cet appareil muni de leviers séparés, disposés verticalement au-dessous d'un cercle horizontal, permettait d'imprimer l'écriture ordinaire et la musique sur un rouleau portant le papier à imprimer et se déplaçant longitudinalement. En 1841, un autre Français, Pierre Foucault, fit une machine pour aveugles. Après divers brevets américains : Edly de Baltimore en 1850, John Jones de Clyde (1852), Alfred Élie Bach, propriétaire du *Scientific American*, inventa une machine qui imprimait sur une bande de papier étroite (1856), il employa le principe des caractères montés sur des tiges convergentes comme les rayons d'une roue.

En 1865, un docteur médecin de New-York, P. William Francis, imagina les principes les plus essentiels qui ont reçu leur application dans la plupart des machines actuelles : arrangement des marteaux en cercle, encre par ruban de soie mobile, timbre d'annonce de la fin des lignes, rouleau mobile avec ressort de rappel, clef d'espacement. Un seul modèle fut construit. Le docteur Francis ne cherchait pas à utiliser son invention ; la machine était délicate, compliquée et coûteuse.

John Prak, du Centre Alabama, inventa, en 1867, une machine dite Prototype ; elle présentait une particularité nouvelle et curieuse : l'emploi d'un marteau frappeur unique, mû par un ressort et agissant sur le verso du papier à imprimer. C'est une disposition que nous retrouverons dans la machine Hammond qui nous est présentée.

Charles Gliddon de Milwaukee, Lastam Shole et Samuel Smit, trois Américains, s'occupaient, vers cette époque, de machines à numérotter les banknotes. Ils eurent l'idée de chercher à construire une machine à écrire. Le 23 juin 1868, Shole et Gliddon prirent un brevet. Dansmore se joignit à eux et, en 1873, fut lancée sur le marché la première machine à écrire connue sous le nom de Remington, du nom de la maison qui fut chargée de la construire. La maison Remington, à Illion (New-York), était une fabrique de machines à coudre et de fusils.

Ce rapide résumé montre les premières tentatives faites pour écrire à l'aide d'un appareil mécanique et qui ont eu lieu presque simultanément en France et en Amérique ; c'est un Français, Xavier Progin, qui eut, le premier, l'idée, en 1833, de quelques-unes des dispositions aujourd'hui adoptées pour résoudre le problème.

Après des débuts lents et difficiles, la machine à écrire ne tarde pas à se développer rapidement. L'emploi de ces machines ne procure pas seulement l'avantage d'une écriture parfaitement lisible et toujours semblable ; par une heureuse fortune, les machines à écrire permettent encore d'atteindre une rapidité bien supérieure à celle de la plume, aussi leur succès est-il devenu très rapide en Amérique, où la main-d'œuvre est coûteuse et l'économie de temps particulièrement appréciée. Aujourd'hui, c'est dans tous les pays civilisés que l'emploi des machines à écrire tend à pénétrer. La plus grande partie des machines à écrire est de fabrication américaine ; il est permis de regretter que cette utile industrie n'ait pas encore pris racine en France.

Différents types de machines ont été successivement réalisés et sont aujourd'hui exploités commercialement. Il est possible de les classer dans trois catégories bien distinctes.

La première catégorie comprend les machines à écriture non visible avec barres à caractères disposées sur la circonférence d'un cercle horizontal. Toutes ces machines à écrire sont plus ou moins analogues à la première machine Remington, inventée par Sholes. Elles diffèrent entre elles par divers détails. On en compte 15 ou 16 modèles de construction et de dénomination variées : Remington, Calligraphe, Rem-Sho (essai combiné de Remington et de Sholes), Manhattam, Jewett, Hareford, Germania, Frisler et Rassmann, National, Century, Beylan, Cleveland, Dansmore, Smith Premier, Yost. Cette dernière présente une disposition toute spéciale pour la manœuvre des leviers, et évite l'emploi des rubans encreés.

Dans la seconde catégorie sont groupées les machines à écriture visible avec tiges porte-caractères. Tantôt les tiges sont réparties sur éventail en arc de cercle placé presque verticalement entre le clavier et le chariot portant le papier à imprimer; c'est la disposition des machines Barlock, Horton, Condé, Franklin, English, Salton. L'éventail demi-circulaire des tiges porte-caractères est parfois couché devant le chariot; c'est ainsi que sont établies les machines Pronty, Pittsburg, Underwood, Ideal, Sun, Germania. Dans d'autres appareils, le bâti en éventail qui porte les tiges est placé derrière le rouleau, soit verticalement comme dans les machines North, Waverley, Brooks, soit dans une position couchée comme dans la machine Fisch. La machine Williams a ses tiges réparties dans deux demi-éventails horizontaux, placés l'un en avant, l'autre en arrière du cylindre sur lequel l'écriture est produite. D'autres constructeurs ont distribué des tiges porte-caractères dans un éventail horizontal placé en avant du cylindre; les tiges ont un mouvement de glissement horizontal; les machines Granville, Maskeloire, Empire, Adler, Hunter sont ainsi établies. La machine Oliver présente une disposition spéciale pour les tiges porte-caractères; les types sont placés par groupes de trois sur une série de cadres trapézoïdaux oscillant autour d'axes horizontaux et répartis à droite et à gauche du centre de la machine.

La troisième catégorie comprend les machines à écriture visible, dans lesquelles les caractères sont groupés sur une surface cylindrique mobile. La machine Blickensderfer, connue sous le nom de Dactyle, caractérise l'idée qui a présidé à leur construction. Le cylindre porte-caractères tourne

sur un axe incliné qui, au moment voulu, s'incline et frappe le papier. Dans d'autres machines, le cylindre porte-caractères est à axe vertical : machines Trandell, Victoria, Keystone. Quelques-unes des machines Memson et Chicago, ont les types répartis sur un petit cylindre horizontal parallèle au chariot ; un marteau vient produire l'impression en frappant derrière le papier.

La machine Hammond peut être classée dans cette dernière catégorie, où les caractères sont répartis sur une surface cylindrique mobile, mais elle diffère par des traits essentiels de la plupart des autres machines de ce genre.

Tout d'abord, les caractères en sont fixés sur la circonférence entière d'un cylindre mobile ; ils sont gravés sur un petit secteur cylindrique circulaire ou navette arrondie et de peu d'épaisseur. Ce secteur très léger glisse sur la surface d'un cylindre à axe vertical qui constitue une enclume destinée à supporter le choc d'un marteau frappeur. Les machines dans lesquelles les caractères sont fixés sur des surfaces cylindriques mobiles jouissent de cette particularité commune qu'il est possible de changer facilement les caractères, et d'utiliser la même machine pour écrire avec des caractères d'une autre forme. La machine Hammond jouit de cet avantage d'une manière particulièrement remarquable. Puisque les caractères sont juxtaposés sur un organe léger et de peu de volume, il est tout à fait aisé de changer cet organe et de le remplacer par un nouveau ; il suffit de quelques secondes pour remplacer tout l'ensemble des caractères et pour permettre à la machine d'imprimer une série de caractères de forme tout à fait différente. Il est facile ainsi d'utiliser la même machine pour écrire successivement avec les caractères ordinaires, avec des caractères allemands, grecs, russes, etc.

La plaque porte-caractères ou navette A (fig. 1 à 3) peut recevoir deux mouvements différents. Dans un plan horizontal, la navette tourne en glissant sur l'enclume circulaire B. Verticalement, elle peut être placée dans trois positions différentes. Ce dernier mouvement est obtenu par l'altération simultanée de l'enclume et de la navette.

Une tige C, à l'extrémité d'un bras très léger, pénètre dans un œil ménagé sur une petite saillie placée à l'arrière de la navette ; la rotation de ce bras soit vers la droite, soit vers la gauche, détermine le mouvement de la plaque dans le plan horizontal.

Le marteau frappeur D, dont l'idée remonte à l'inventeur Prath, en 1867, est

visible derrière la machine (fig. 2 et 3); il est mobile autour d'un arbre hori-

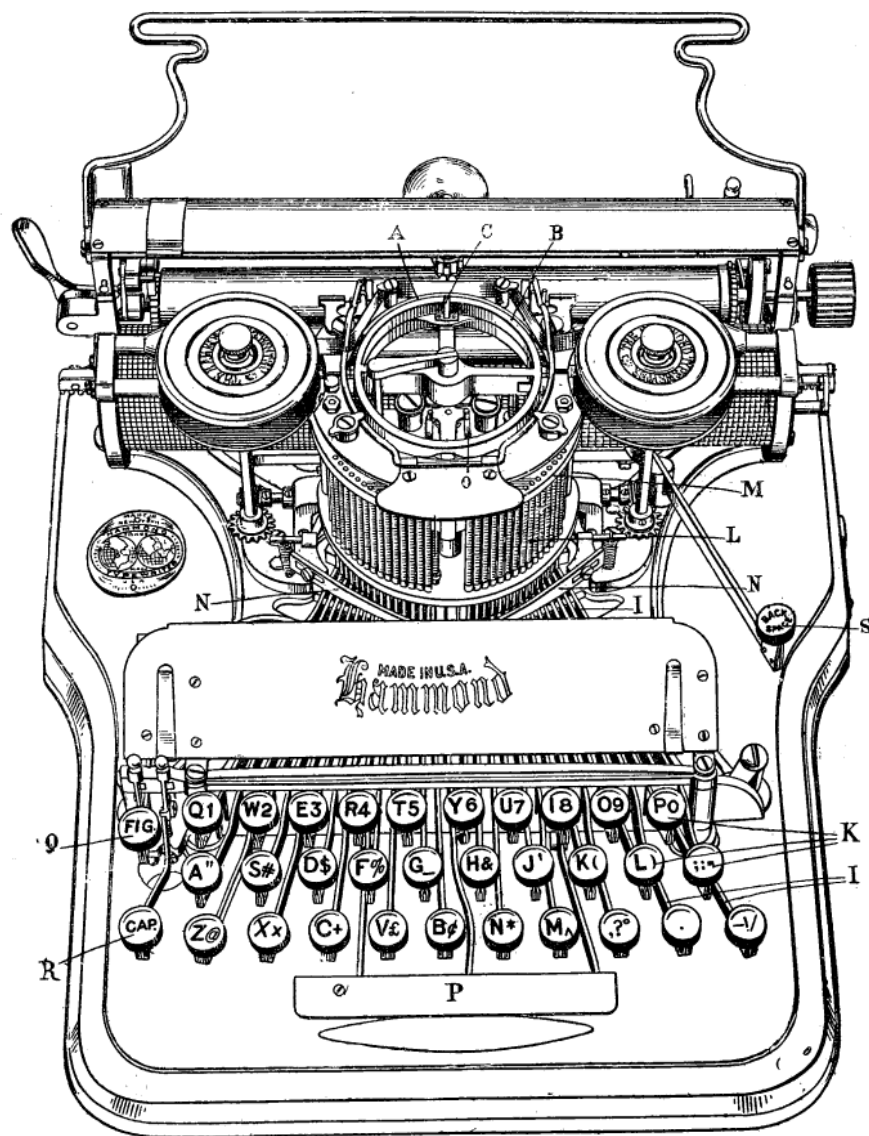


Fig. 1. — Machine Hammond, vue de face.

zontal parallèle à l'axe du rouleau qui porte le papier à imprimer; il vient frapper derrière une mince bande de caoutchouc E, sur laquelle s'appuie le

papier; entre le papier et les caractères, est placé le ruban de soie imprégné de matière colorante, dont l'emploi est bien connu dans les machines à écrire. L'extrémité F du marteau est munie d'un dispositif qui permet de modifier la forme de la tête; le choix de l'une ou de l'autre des deux têtes du marteau frappeur est déterminé par la nature des travaux à effectuer, suivant qu'il s'agit de faire un seul exemplaire, ou de produire plusieurs copies à la fois d'un même texte. Le marteau porte en outre le timbre G, qui doit être frappé au moment voulu pour avertir l'opérateur qu'il approche de la fin d'une ligne.

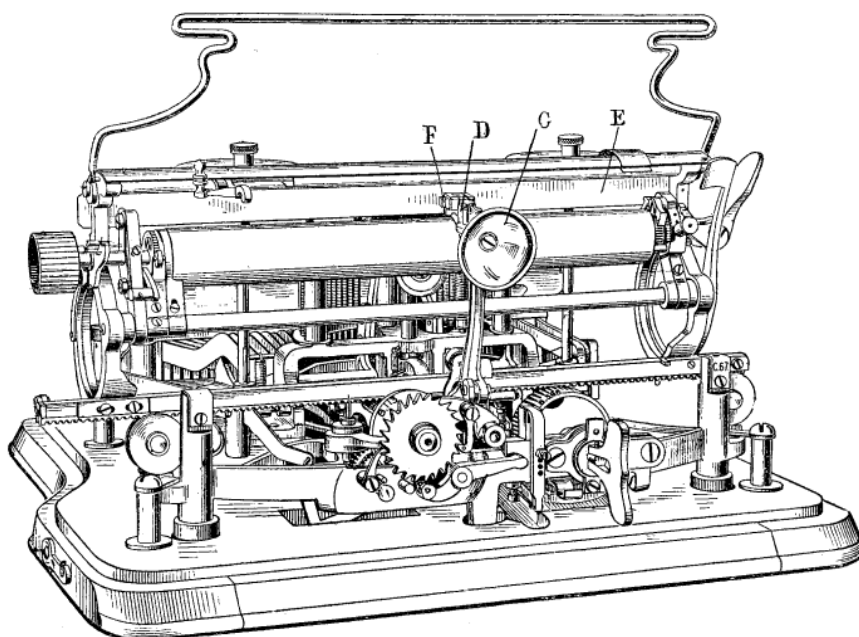


Fig. 2. — Machine Hammond vue d'arrière.

Il résulte de la position du marteau frappeur D quelques particularités spéciales pour le chariot mobile. Le chariot qui glisse dans le sens de sa longueur, doit être logé entre le marteau et l'avant de la machine. Par suite, la partie inférieure du papier ne peut se développer vers l'arrière, mais doit s'enrouler. Une cage circulaire H, fendue longitudinalement suivant une de ces arêtes et munie d'un treillage en fil de fer, reçoit le papier. Pour faciliter l'enroulement, un dispositif nouveau vient d'être récemment imaginé et appliqué par M. Hammond; c'est un cylindre intérieur à la cage circulaire et muni d'une pince qui saisit le papier et détermine un enroulement parfait. Ce dispositif est particulièrement

utile pour l'emploi de papiers épais ou pour certains travaux spéciaux. La forme de la cage circulaire permet en outre l'introduction du papier non seulement par en haut, mais encore latéralement par l'une ou l'autre des extrémités; il est donc possible d'imprimer, sur un chariot de dimensions réduites, des papiers de toutes dimensions.

Après avoir indiqué les dispositions générales à l'aide desquelles est réalisée l'impression des caractères, il reste à montrer comment le mouvement

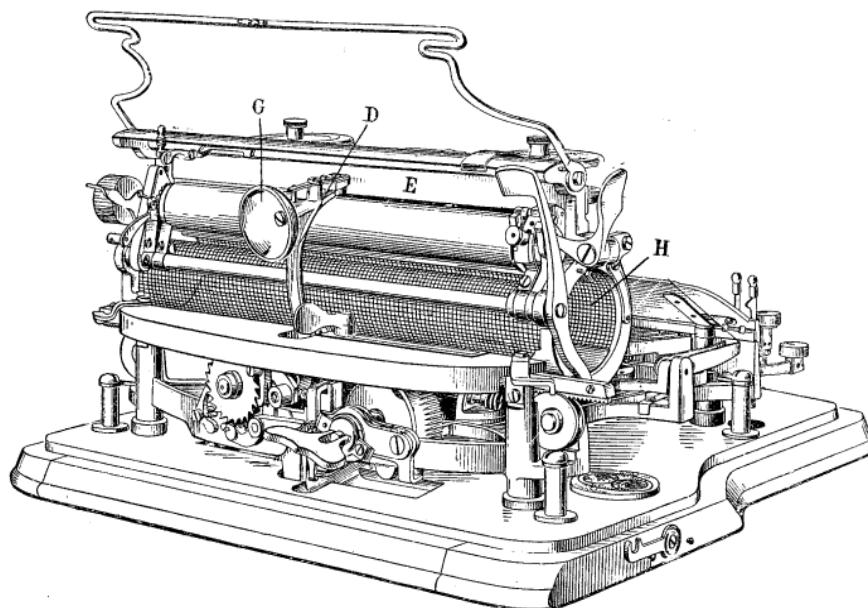


Fig. 3. — Machine Hammond vue de côté.

approprié est transmis d'une touche aux organes qui viennent d'être décrits. C'est dans cette partie de la machine que l'inventeur M. Hammond a montré la plus remarquable ingéniosité. Par des moyens extrêmement simples et élégants, il a résolu un problème particulièrement difficile, si l'on songe que la dépression d'une touche doit exiger un faible effort et que les mouvements se succèdent avec une grande rapidité.

Les leviers I de la machine sont répartis en éventail suivant des lignes droites convergentes. Chacun d'eux porte à une extrémité une petite touche circulaire K, sur laquelle sont indiqués les lettres ou signes auxquels il correspond; c'est sur cette touche, comme dans toutes les machines à écrire, que frappe l'opérateur. Le levier I est formé d'une tôle découpée présentant vers son milieu une surélévation en forme de V renversé; cette encoche repose sur l'arête d'une

barre d'appui demi-circulaire et oscille sur une sorte de couteau triangulaire. L'autre extrémité du levier passe au-dessous de trois organes, qu'il actionne successivement dans un mouvement de bas en haut. Chaque levier rencontre d'abord une petite tige verticale L, qu'il chasse verticalement; ces tiges, maintenues par de légers ressorts, sont réparties sur un arc de circonférence concentrique à l'axe de la roue formant enclume dont il a déjà été question. La tige L, normalement effacée au-dessous de l'arc métallique M qui la guide, fait saillie sur cet arc lorsqu'elle est soulevée. Le levier, continuant son mouvement, actionne une pièce mobile N, qui entraîne par une tige verticale O le bras conduisant la plaque porte-caractères. Deux pièces N de ce genre sont disposées l'une du côté droit, l'autre du côté gauche de la machine; l'une, actionnée par l'un quelconque des leviers de droite, entraîne vers la droite la navette porte-caractère; l'autre, correspondant aux leviers de gauche, pousse cette navette vers la gauche. La navette entraînée continue un mouvement oscillatoire, jusqu'à ce que le bras qui la conduit rencontre, en glissant sur l'arc métallique, la tige verticale qui a été soulevée. A ce moment précis, le levier déclanche le crochet qui maintenait le marteau frappeur. Pour réaliser ce mouvement à l'instant même où il doit être produit, l'extrémité du levier est munie d'une entaille exactement ajustée, et différente pour chaque levier. Le marteau frappeur déclanché obéit à l'action d'un ressort fixe qui le lance d'arrière en avant sur la lame mince de caoutchouc placée au verso du papier à imprimer.

Dès que le levier est abandonné à lui-même, le ressort à barillet qui doit entraîner l'avancement du chariot vers la gauche, entre en action. Il produit deux effets simultanés : l'avancement du chariot et le réarmement du marteau frappeur.

Après ces diverses opérations, infiniment plus longues à décrire qu'à réaliser, le chariot s'est avancé de l'intervalle d'une lettre, le marteau est réarmé, la machine est prête pour l'impression d'un nouveau caractère.

La barre d'espacement P agit, comme à l'ordinaire, sur un échappement qui fait avancer le chariot. Ce déplacement détermine le déclanchement du marteau frappeur, comme dans la manœuvre d'une touche ordinaire; l'avancement du chariot réarme le marteau. Mais pour éviter que le marteau frappe le papier, un crochet spécial l'arrête avant qu'il n'ait achevé sa course.

Tous ces mouvements successifs, réalisés par des organes légers et résistants, s'exécutent avec une précision parfaite, une sûreté remarquable, et une très grande rapidité.

L'idée d'utiliser le ressort général qui sert à l'avancement du chariot pour réarmer le marteau frappeur est simple et permet de réduire le nombre des organes de la machine.

L'appareil porte deux touches Q et R qui servent à placer verticalement dans

la deuxième et la troisième position l'enclume et la plaque porte-caractères. Enfin une touche spéciale S sert à ramener le chariot en arrière de la largeur d'un intervalle. Cette dernière disposition constitue une heureuse innovation et permet d'éviter l'emploi d'un tabulateur, c'est-à-dire d'un appareil spécial pour aligner des colonnes de chiffres.

Il paraît inutile d'insister sur le dispositif qui permet de produire l'interlignage; le rouleau peut tourner d'un angle variable correspondant à trois interlignages différents, cet effet est obtenu en même temps que le chariot est ramené de gauche à droite pour recommencer une ligne. Le timbre d'avertissement placé sur le marteau vient frapper au moment voulu, dans son mouvement de va-et-vient, une petite boule à l'extrémité d'une tige dont la position le long du chariot est déterminée par l'opérateur avant de commencer son travail.

La machine présente trente touches imprimantes, dont chacune peut donner trois caractères différents, soit, en tout, quatre-vingt-dix caractères.

Le clavier, dans les machines Hammond, a, suivant les modèles, deux formes différentes. L'une de ces dispositions est celle du clavier connu sous le nom de clavier universel; c'est la répartition généralement adoptée dans la plupart des machines à écrire connues. L'autre disposition est dénommée clavier « idéal » par M. Hammond; les touches, au lieu d'être placées sur des lignes parallèles, sont réparties sur deux arcs de cercle parallèles; au centre est établie la touche d'espacement. Le clavier « idéal » présente l'avantage de réduire les mouvements des mains pour actionner la machine; les doigts restent de part et d'autre de l'appareil près du groupe des touches qui correspondent à chaque main.

L'écriture est visible, sauf vers le point d'impression, où la navette porte-caractères et le ruban cachent le papier. L'abaissement de la navette et du ruban peut être obtenu, en appuyant légèrement sur une saillie apparente devant le mécanisme.

Cette machine, au point de vue pratique, présente tous les avantages des meilleurs types de machines à écrire: rapidité de fonctionnement, régularité de l'écriture. Elle jouit en outre de certaines propriétés particulières, dont quelques-unes lui sont tout à fait spéciales.

Avec la disposition des caractères réunis sur une plaque circulaire unique, il est impossible que deux caractères se présentent à la fois et se heurtent au moment de l'impression, inconvénient qui peut se produire lorsque les types sont répartis sur des tiges indépendantes.

L'impression est réalisée par un marteau frappeur actionné par un res-

sort; le réglage du ressort est facile à effectuer et permet de graduer l'intensité du choc suivant la nature des travaux à effectuer. Il en résulte que l'impression est toujours semblable, quelle que soit la rapidité ou la force avec laquelle sont actionnées les touches. Il n'en est pas de même dans les machines où c'est l'effort direct du dactylographe qui produit l'impression; les variations de cet effort provoquent les inégalités dans l'impression, il faut une certaine habitude et un apprentissage pour obtenir un résultat constant et une égalité parfaite dans l'élan donné à la barre qui porte les caractères. Dans la machine Hammond, quelle que soit la lenteur de la frappe, que la touche soit lancée avec force ou appuyée doucement, l'impression est toujours la même. Par suite, le doigté de cet appareil est, pour employer l'expression des pianistes, un *legato*, au lieu du *pizzicato* ou du *staccato* de la plupart des autres machines à écrire.

La possibilité de changer très rapidement les caractères employés est une des plus remarquables propriétés de la machine Hammond. En quelques secondes, par une manœuvre très simple, la plaque porte-caractères peut être remplacée. C'est un avantage important de ce remarquable appareil. Le nombre des navettes différentes qui ont été construites, pour différents types de caractères, atteint 163, correspondant à 26 langues. Ces navettes peuvent être appliquées à une même machine.

Sans chercher à établir avec les autres machines à écrire une comparaison toujours délicate et contestable, parce qu'elle peut être justifiée par les goûts ou les habitudes de chaque opérateur, ou par la nature des travaux à effectuer, il est certain que, dans son ensemble, la machine Hammond est un appareil parfaitement étudié, bien construit, muni de dispositions originales et parfaitement approprié aux résultats pratiques à obtenir. Cet appareil est l'objet d'une importante fabrication; l'usine est à New-York et occupe une surface importante de 5 000 mètres carrés, le long de la rivière de l'Est, en face de Blackwell's Island.

Le premier brevet pris par M. Hammond en Amérique date du 3 février 1880.

Mais les études qui avaient précédé avaient été longues et laborieuses. La biographie de cet inventeur est des plus instructives et montre quelle persévérance et quels efforts continus exige la production d'une œuvre originale et bien conçue. M. James Barlett-Hammond, né à Boston, le 23 avril 1839, après de sérieuses études littéraires, fut correspondant

du journal de New-York *Tribune*, et suivit en cette qualité la guerre de Sécession. Après une série de travaux scientifiques et philosophiques, il fit un voyage en Europe et continua ses études en Allemagne. De retour en Amérique, il eut l'idée d'une machine à écrire pour la transcription des notes auxquelles ses travaux littéraires l'avaient accoutumé. Pendant quinze années, il lutta avec persévérance pour arriver à réaliser ses idées. Quatre ans après son premier brevet de 1880, en 1884, la machine Hammond obtint une médaille d'or à l'Exposition de New-Orléans. De nombreux brevets additionnels ont, depuis lors, sans cesse complété ou perfectionné la machine.

Le 1^{er} octobre 1890, l'Institut Franklin, à la suite d'un rapport de son comité des inventions, décerna à M. Hammond un de ses prix les plus importants : la médaille d'or Elliott Cresson, destinée à récompenser les inventions de grande originalité et de grand mérite.

Une haute leçon se dégage des travaux de M. Hammond ; il est juste de rendre hommage aux mérites de cet inventeur, dont la persévérance et le talent ont su vaincre facilement les difficultés de construction et réaliser une machine originale, bien combinée et parfaitement exécutée.

Votre Comité des Arts économiques estime que la machine Hammond, pour l'originalité de sa conception, la simplicité et la nouveauté de ses ingénieuses dispositions, la perfection des résultats pratiques qu'elle permet d'obtenir, était digne d'être particulièrement signalée à votre attention ; il vous propose de féliciter M. Hammond pour la création de sa machine à écrire et de remercier son représentant, M. Pierre Castelli, d'avoir présenté à notre Société cette remarquable invention. Votre Comité des Arts économiques vous demande, en outre, l'insertion du présent rapport, avec les figures qui l'accompagnent, au *Bulletin* de la Société.

Signé : TOULON, rapporteur.

Lu et approuvé en séance le 8 décembre 1905.

AGRICULTURE

LE MATÉRIEL AGRICOLE AU DÉBUT DU XX^e SIÈCLE, par **M. Max Ringelmann**,
membre du Conseil (*Suite*) (1).

E. — INVENTAIRE DU MATÉRIEL AGRICOLE

Jetons un rapide coup d'œil sur l'ensemble du matériel agricole de la France et de quelques pays étrangers.

On ne possède pas de documents précis sur l'état numérique du matériel agricole de la fin du XVIII^e siècle. On sait seulement que les *charrues* étaient simples, rudimentaires, dérivant, suivant les régions, de l'aratum romain ou de la charrue germaine à avant-train; les *herbes*, complètement en bois, étaient de grands râteaux, à une ou plusieurs rangées de dents, tirés par les attelages; les *scarificateurs* et les *cultivateurs* étaient complètement inconnus. Les *ensemencements* s'effectuaient à la volée, et les récoltes à l'aide de la *faucille*, de la *faux* et de la *sape*. La *gaule*, mais plus souvent le *fléau*, dans nos provinces du Nord et de l'Est, les *traîneaux*, les *rouleaux* et surtout le *dépiquage* par le piétinement des animaux, servaient dans le Centre et le Midi à l'égrainage des céréales, tandis que le *van* seul était chargé du nettoyage des grains.

Certes, le matériel de chaque exploitation était alors des plus simples et des plus primitifs; il était ordinairement établi par le cultivateur lui-même qui s'adressait rarement au forgeron-maréchal du village. Comme nous l'avons déjà exposé, les machines agricoles n'ont pu se répandre, sous l'influence des conditions économiques, qu'à la suite des perfectionnements apportés à la culture et aux industries métallurgiques, procédés et machines-outils destinés aux constructions mécaniques.

Nous avons trouvé un document remontant à 1820 (publié en janvier 1892 dans le *Bulletin* de la Société d'Agriculture de Melun) : un propriétaire très passionné pour les améliorations, M. le comte de Greffulhe, venait de mourir laissant un matériel perfectionné dans sa propriété de Bois-Boudran, commune de Fontenailles. Sur la demande du Ministre de l'Intérieur (dont dépendait la

(1) Voir le *Bulletin* d'octobre et novembre 1905, p. 1010 et 1230.

Direction de l'Agriculture), le préfet du département (comte de Saint-Germain) demanda à la Société d'Agriculture de Melun de nommer une commission pour visiter le Bois-Boudran et faire un rapport sur son matériel.

La commission composée de Coulbeaux, secrétaire de la Société, Garnot, maire de Grandpuits et Delaporte, ingénieur de l'arrondissement, déclare ce qui suit, en résumé :

« *Charrues* — il y a 4 modèles français; une à oreille en fonte, à expansion; une toute en fonte sans roues;

« *Semoirs* — il y a 2 modèles anglais, à cuillères doubles, qui donneraient, dit-on, une économie d'un quart de semence; la construction est légère, en bois et en fer-blanc; on propose de s'en servir pour herser, car il y a 6 soes de charrue (coutres-rayonneurs).

« *Hache-paille* — tout en fonte, de construction française; cylindres alimentaires et lames sur un tambour cylindrique; deux hommes en cinq minutes ont coupé 10 livres de paille à la longueur d'avoine.

« *Lave-racines et coupe-racines* — fabrication anglaise, presque toute en bois; ont été achetés avec les semoirs. Le laveur est un cylindre à claire-voie avec une ouverture suivant un plan passant par l'axe. — Le coupe-racines, à disque vertical, a 2 couteaux suivant le diamètre. — Avec deux ouvriers (un homme au laveur et un au coupe-racines) on peut en un jour laver et couper 200 boisseaux de racines.

« *Machine à battre à manège* — avec 2 chevaux et 3 hommes on bat 10 septiers (15 hectolitres) de blé en 12 heures; — on n'a pas d'économie avec la machine car on fait le même travail avec 5 hommes. »

Tel était l'inventaire de ce matériel qui paraissait si extraordinaire, en 1820, que l'Administration n'hésita pas à faire faire une enquête à son sujet.

Cherchons la valeur approximative de notre matériel agricole.

D'après un rapport d'une commission anglaise de 1833, le cheptel mort, composé principalement d'instruments, de véhicules et de machines, était estimé à 110 francs par hectare; l'usure (amortissement) et l'entretien étaient comptés à 21 fr. 41 par hectare et par an; enfin, il convient de noter que ces chiffres s'appliquaient aux instruments ordinaires des exploitations agricoles de cette époque et ne comprenaient pas les machines nouvelles telles que les semoirs, les faucheuses, les moissonneuses, les batteuses, etc., d'un entretien relativement moins coûteux que celui des machines de culture dont l'usure est plus rapide.

Aux États-Unis, pour 252 millions d'hectares cultivés, la valeur du matériel

agricole était estimée, en 1890, à 26 milliards 390 millions de francs, soit, en moyenne, un peu plus de 105 francs par hectare; mais il faut songer, pour les comparaisons, qu'une même machine est vendue à un prix au moins deux fois plus élevé en France qu'aux États-Unis.

Au chiffre d'environ 120 francs par hectare cultivé (1), la valeur du matériel agricole de la France représenterait un capital voisin de 3 milliards et demi; ce chiffre est évidemment au-dessous de la vérité.

Le territoire occupe une superficie de 53 millions d'hectares (2) sur lesquels 50 millions constituent le domaine agricole (y compris les bois et forêts, le territoire non encore cultivé, les landes, marais, etc.).

(1) Dans un grand nombre de départements, le cheptel mort est estimé en moyenne de 110 à 130 francs par hectare. (Rapports des professeurs départementaux, enquête de 1892; *Bulletins* du ministère de l'Agriculture, 1898.)

(2) Voici, selon l'enquête de 1892, la répartition du territoire de la France par grandes catégories.

1 ^o TERRITOIRE AGRICOLE			Répartition
	Catégories du territoire.	Superficie. Hectares.	et proportion p. 100
Superficie cultivée.	Céréales.	14 827 085	28,06
	Grains autres que les céréales.	319 705	0,60
	Pommes de terre.	14 741 144	2,68
	Autres tubercules et racines pour l'alimentation humaine.	128 238	0,24
	Cultures industrielles.	531 508	1,00
	Cultures fourragères (non compris les cultures dérobées).	4 736 394	9,08
	Jardins potagers et maraîchers.	386 827	0,78
	Jachères.	3 367 518	6,37
	Terres labourables.	25 771 419	48,76
	Vignes.	1 800 489	3,40
	Prés naturels.	4 402 836	8,33
	Herbages pâturés (y compris les herbages alpestres).	1 810 608	3,42
	Bois et forêts.	9 521 568	18,03
	Cultures arborescentes, etc.	934 800	1,76
	Cultures permanentes non assolées.	18 470 301	34,94
Superficie non cultivée.	Totaux de la superficie cultivée.	44 241 720	83,70
	Landes, pâtis, bruyères.	3 898 530	7,37
	Terrains rocheux et montagneux, incultes.	1 972 994	3,73
	Terrains marécageux.	316 373	0,60
	Tourbières.	38 292	0,07
	Totaux de la superficie non cultivée.	6 226 189	11,71
	Totaux du territoire agricole.	50 467 909	95,47
	2 ^o TERRITOIRE NON AGRICOLE.	2 389 290	4,53
	Totaux généraux du territoire.	52 857 199	100,00

L'étendue labourée est de 26 millions d'hectares, sur lesquels s'emploient les charrues, les scarificateurs, cultivateurs et extirpateurs, les herses, les rouleaux, les pulvérisateurs et les distributeurs d'engrais.

On compte en France (1) plus de 3 670 000 charrues; soit une charrue pour 7 hectares de terres labourées ou pour 16 hectares du territoire agricole; en vingt ans (de 1862 à 1882), l'accroissement relatif des charrues en France n'a été que de 1,8 p. 100 et est en rapport avec l'augmentation de la superficie labourée.

L'étendue cultivée spécialement en céréales est de 15 millions d'hectares, intéressant surtout les semoirs, les moissonneuses et les moissonneuses-lieuses.

En 1882, il y avait près de 12 000 semoirs pour céréales, répartis dans le Nord et le Nord-Ouest (Nord, 1 483; Pas-de-Calais, 1 033; Aisne, Mayenne, Oise, Somme, Ile-et-Vilaine, Finistère, 542); les semoirs à toutes graines sont surtout employés dans la Beauce, la Brie et l'Ouest. En 1892 le nombre total des semoirs s'élevait à 52 000.

Les moissonneuses étaient, en 1882, au nombre de 16 000 environ; 17 départements en avaient alors plus de 400; en tête venait la Marne avec 1 311 machines, puis la Côte-d'Or avec 688, l'Oise, la Somme, la Meurthe-et-Moselle, l'Aube, l'Eure-et-Loir, la Meuse, la Seine-et-Oise, la Seine-Inférieure, la Seine-et-Marne, l'Aisne, la Haute-Marne, l'Yonne, les Ardennes, les Deux-Sèvres et l'Eure avec 422 machines. Vingt-cinq départements comptaient moins de 20 moissonneuses; en 1892 il y avait 23 000 moissonneuses.

De 1862 à 1882, les accroissements ont été de 171,4 p. 100 pour les semoirs, et de 79,7 p. 100 pour les moissonneuses; enfin on peut fixer à plus de 8 000 le nombre de moissonneuses-lieuses en usage actuellement en France.

L'étendue cultivée spécialement en fourrages est de 8 400 000 hectares (2) sur lesquels fonctionnent les faux, les faucheuses, les faneuses et les râteliers à cheval.

En 1882, il y avait près de 20 000 faucheuses dont l'accroissement, en vingt ans, a été de 102,7 p. 100; les faucheuses sont répandues dans les régions où la production des fourrages constitue la base de l'assolement: le département de la Mayenne en comptait plus de 1 300, la Marne 1 000, la Seine-Inférieure 871, puis viennent ceux de l'Oise, l'Aisne, le Gers, la Côte-d'Or, les Ardennes, les Deux-Sèvres, la Meuse, la Somme, la Seine-et-Marne, l'Aube 502. On relevait moins de 50 faucheuses dans vingt-cinq départements, lesquels, sauf les Côtes-du-Nord, le Finistère, Belfort et la Seine, appartiennent aux régions monta-

(1) Tous ces chiffres sont tirés des statistiques de 1882 et 1892.

(2) Non compris les herbages pâturés.

gneuses et incultes du centre et du midi de la France; en 1902 on comptait 38 000 faucheuses.

En 1882, il y avait 27 000 faneuses et râteaux à cheval dont l'accroissement, de 1862 à 1882, a été de 384,1 p. 100; en 1892 le nombre total des faneuses et des râteaux à cheval s'élevait à 51 000.

L'étendue qui est occupée par les racines et par les tubercules s'élève à 2 600 000 hectares sur lesquels travaillent les semoirs spéciaux, les houes et les arracheurs de racines et de tubercules; l'enquête de 1882 indique plus de 8 000 semoirs dans les régions de la culture de la betterave à sucre : Aisne, Pas-de-Calais, Somme et Nord. Les houes à cheval, au nombre de 193 000, présentant un accroissement de 662,3 p. 100 sur le chiffre de 1862, se sont répandues au fur et à mesure de l'extension des cultures sarclées.

Pour ce qui concerne les récoltes utilisées ou traitées à la ferme, nous trouvons les quantités suivantes qui intéressent les machines correspondantes :

Grains. — 188 000 000 de quintaux — batteuses et égraineuses, tarares, trieurs, aplatisseurs, concasseurs, broyeurs, petits moulins à farine.

En 1882, il y avait 211 000 batteuses, dont l'accroissement était de 109,5 p. 100 relativement à la statistique de 1862; on en comptait 234 000 en 1892.

Le recensement du 29 mars 1896 a relevé près de 2 000 entreprises de battage occupant plus de 4 000 personnes; c'est en Seine-et-Marne qu'on en a inscrit le plus grand nombre (1).

Fourrages. — 640 000 000 de quintaux — botteleuses, presses à fourrages, hache-paille.

Racines fourragères et tubercules (non compris les récoltes vendues en nature aux usines, sucreries, distilleries, féculeries, etc.) — 300 000 000 de quintaux — laveurs, coupe-racines, dépulpeurs, appareils à cuire les aliments du bétail.

Tourteaux. — On évalue la consommation annuelle, en France, à 4 000 000 de quintaux de tourteaux propres à l'alimentation du bétail et à 30 000 000 de quintaux de tourteaux destinés à servir d'engrais. — Broyeurs de tourteaux.

Examinons ce qui est relatif à l'inventaire du travail des hommes et des moteurs dont dispose l'agriculture française.

On estimait qu'en 1882 plus de 5 millions de personnes étaient employées à nos travaux agricoles : culture, entretien, récolte, préparation des produits et transports; elles étaient ainsi réparties (nous laissons de côté les bergers, domestiques et servantes de ferme) :

(1) Feuille d'informations du Ministère de l'Agriculture, 9 novembre 1901.

Propriétaires cultivant exclusivement leurs biens de leurs bras.	2 133 000
Métayers ou colons.	342 000
Maitres-valets.	130 000
Laboureurs et charretiers.	540 000
Bouviers.	114 000
Domestiques de plus de 16 ans.	290 000
Journaliers.	1 480 000
TOTAL.	5 029 000

Dans les résultats généraux du recensement des industries et des professions en 1896, publiés par le Ministère du Commerce (1), nous relevons les renseignements suivants concernant l'agriculture :

La population rattachée à l'Agriculture lors du recensement du 29 mars 1896 s'élève à 8 430 000 personnes.

D'après l'enquête décennale agricole de 1892, le nombre des personnes engagées dans l'agriculture s'élevait à 6 633 000, mais cette enquête ne tenait pas compte, vraisemblablement, de la majeure partie des femmes qui prennent part aux travaux agricoles, tandis que les instructions du recensement de 1896 prescrivaient de compter les femmes qui, ne se consacrant pas exclusivement aux travaux du ménage, prennent part au travail de la ferme ou des champs.

Les détails du recensement de 1896 sont résumés dans le tableau suivant (nous laissons de côté les chiffres relatifs aux exploitations forestières, 78 000 personnes; à l'horticulture, 17 000 personnes; à l'arboriculture et au jardinage, 136 000 personnes; et aux laiteries, 13 000 personnes) :

			Totaux		
			partiels.	généraux.	
Travailleurs agricoles proprement dits.	Chefs d'exploitation.	Chefs d'exploitation du sexe masculin	1 822 000	»	»
		Chefs d'exploitation du sexe féminin, non mariées	134 000	»	»
		Travailleurs indépendants (non compris les journaliers)	1 293 000	»	»
		Total des chefs d'exploitation.	3 249 000	»	»
	Salariés (sexe masculin).	Employés et ouvriers des exploitations	2 186 000	»	»
		Journaliers (travailleurs indépendants)	484 000	»	»
		Total.	2 670 000	»	»
	Ouvriers divers (sexe masculin).	Personnes de situation inconnue.	36 000	»	»
		Ouvriers sans emploi	27 000	»	»
		Total.	63 000	»	»
Ensemble des travailleurs agricoles proprement dits.			»	»	5 982 000

(1) Feuille d'informations du Ministère de l'Agriculture, 9 novembre 1901.

		Totaux	
		partiels.	généraux.
Femmes non comprises dans les catégories précédentes.	Personnes de situation inconnue.	6 000	»
	Chefs d'exploitation de sexe féminin, mariées.	1 117 000	»
	Employées et ouvrières.	1 074 000	»
	Journalières	240 000	»
	Ouvrières sans emploi.	11 000	»
Total.		»	2 448 000
Total général obtenu par le recensement. . .		»	8 430 000

A l'époque du recensement on n'a trouvé que 182 exploitations agricoles groupant plus de 50 ouvriers et employés.

L'ensemble des travailleurs agricoles proprement dits fournit un total de 5 982 000 personnes, tandis que, à l'exclusion des servantes de ferme, le nombre indiqué par l'enquête agricole de 1892 est de 6 201 000. La différence n'est que de 200 000 personnes; or, il faut considérer que l'enquête agricole atteint le personnel à l'époque de la pleine saison et que de plus elle a lieu quatre ans avant le recensement.

L'écart est plus grand lorsqu'on compare les salariés. Le recensement indique 2 670 000 salariés; d'après l'enquête agricole de 1892, il y avait 3 605 000 chefs d'exploitation et 2 596 000 salariés (non compris 462 000 servantes de ferme); cette différence peut être due au classement différent des journaliers-propriétaires.

Parmi les chefs d'exploitation, l'enquête agricole de 1892 distinguait 2 200 000 propriétaires, 1 061 000 fermiers et 344 000 métayers; le recensement n'a pas permis d'établir ces distinctions.

Pour ce qui concerne les animaux de travail nous avons les chiffres suivants (1882) :

Chevaux entiers de plus de 3 ans, employés au travail.	347 000
Chevaux hongres de plus de 3 ans.	733 000
Juments de travail.	4 019 000
TOTAL.	2 099 000
Mulets de plus de trois ans.	200 000
Anes de plus de 3 ans.	348 000
Bœufs de travail.	1 519 000
Vaches de travail.	1 500 000

En se basant sur deux cent quatre-vingts jours de travail par an, l'agriculture française disposait annuellement, en 1882, tant pour ses travaux de culture que pour la manipulation des récoltes et les transports, de :

		Soit par hectare	
		du domaine agricole (50 000 000 d'hectares).	de l'étendue cultivée (30 000 000 d'hectares) (1).
1 400 000 000 journées d'hommes		» 28	» 47
587 000 000 — de chevaux	11,7	28,6	19,6
56 000 000 — de mulets	1,1		1,8
97 000 000 — d'ânes	1,9		3,2
425 000 000 — de bœufs	8,5		14,2
270 000 000 — de vaches (180 jours par an)	5,4		9,0

Les chiffres relatifs à 1892 se décomposent ainsi :

	Nombre.
Domestiques agricoles total.	1 832 174
dont :	
Laboureurs	498 613
Bouviers	136 537

Animaux de travail :

Chevaux entiers	276 926
Chevaux hongres	786 645
Juments	1 045 096
Mulets	170 304
Anes	322 391
Bœufs	1 387 050

Les moteurs inanimés viennent heureusement prêter leur aide à l'agriculture dans les proportions suivantes :

Les 9300 moulins à vent (1882) se rencontrent surtout dans nos départements de l'Ouest (Vendée 1244) et du Nord (Pas-de-Calais 500 et Nord 404), mais ils sont principalement employés pour la mouture et le concassage des grains à façon.

La statistique agricole de 1892 indique seulement 6167 moulins à vent d'une puissance de 16 424 chevaux-vapeur.

On comptait, en 1882, 12900 moteurs hydrauliques, et 9300 machines à vapeur, dont l'accroissement depuis 1862 a été de 226 p. 100.

En 1892 il y avait 11591 moteurs hydrauliques représentant une puissance de 57115 chevaux-vapeur, et 12037 machines à vapeur fixes et locomobiles, d'une puissance moyenne de cinq à six chevaux par machine. Trente-six départements emploient plus de 200 chevaux-vapeur; ils appartiennent en général à la région du Nord, à la Beauce et à la Brie (sauf l'Isère, le Cher, l'Indre, la Loire-Inférieure et quelques départements méridionaux, tels que

(1) C'est-à-dire sur la superficie totale cultivée (44 200 000 hectares), moins les prés naturels, les herbages pâturés et une partie des bois, forêts et cultures arbustives.

l'Aude, l'Hérault, les Bouches-du-Rhône, la Gironde, qui ont beaucoup de machines à vapeur, etc.); le département de Seine-et-Marne compte plus de 450 chevaux-vapeur.

En 1887, l'agriculture et les industries agricoles utilisaient 13 677 machines représentant une puissance de 78 740 chevaux-vapeur, soit le dixième de la puissance totale des machines alors en usage dans notre pays.

En 1876, Hervé Mangon disait : « Il existe en France 4 000 locomobiles agricoles; il n'y en avait pas il y a vingt-cinq ans... » L'accroissement a donc suivi la marche suivante :

1850.	0 machine.
1876.	4 000 machines.
1878.	5 300 —
1882.	9 300 —
1887.	13 700 —
1892.	12 037 —

sur lesquelles un sixième environ, soit près de 2 000, appartiennent à des entrepreneurs de battage et le reste aux agriculteurs.

De 1877 à 1887, le nombre des exploitations agricoles qui disposent d'une machine à vapeur s'est accru de 116 p. 100 et la puissance des moteurs de 156 p. 100; ces chiffres montrent l'importance qu'ont prise, en agriculture, les machines à vapeur auxquelles viennent s'ajouter depuis quelques années les moteurs à pétrole.

Selon M. C. Walckenaer, Ingénieur en chef des Mines (1), « de 1884 à 1899, l'ensemble des machines à vapeur employées au battage et à la préparation des grains et graines s'est progressivement élevé de 9 500 à 18 400 unités et la puissance correspondante a passé de 47 000 à 104 000 chevaux. Les moyennes sont 13 900 machines et 82 500 chevaux, soit environ 6 chevaux par machine. »

Nous n'avons pas le relevé du nombre des moteurs à pétrole employés en France, mais seulement la statistique relative à l'arrondissement de Meaux qui organisa en France, en 1894, le premier concours international avec essais préalables de longue durée (2); en 1890, il n'y avait aucun moteur à pétrole dans l'arrondissement de Meaux; on en trouve 4 en 1894, 24 en 1897 et plus de 100 en 1900.

Sur le matériel de certains pays étrangers, nous avons les quelques documents suivants :

(1) *Revue périodique des accidents des appareils à vapeur; Annales des mines*, décembre 1904.

(2) Nous fûmes chargé de ce concours à la Station d'Essais de Machines. — Voir les *Moteurs thermiques et les gaz d'éclairage*, à la Librairie agricole de la Maison rustique.

Sur les 2 945 000 hectares de la Belgique, le territoire agricole comprend 2 607 000 hectares (le reste étant occupé par les bois et les terres incultes). Parmi les 829 000 exploitations agricoles il y en a plus de 76 p. 100 dont la superficie est inférieure à 2 hectares; 6,6 p. 100 ont une étendue de 20 à 50 hectares et 1,8 p. 100 cultivent plus de 50 hectares. La Belgique est donc un pays de très petite culture, mais l'association a facilité beaucoup l'emploi des machines dans les petites exploitations.

Les enquêtes officielles de 1880 et de 1895 donnent les chiffres suivants:

	1880.	1895.
Semoirs et plantoirs	»	5 528
Faucheuses	422	703
Faneuses	296	700
Râteaux à cheval	1 300	2 073
Moissonneuses	1 015	1 112
Machines à battre	6 930	10 197
Réfrigérants à lait	»	3 420
Écrémeuses à bras	»	2 152
Écrémeuses au moteur	»	112

« Il est à remarquer, disait M. E. Leplae, en 1900, que le mouvement le plus intense pour l'acquisition des instruments perfectionnés ne s'est produit que *postérieurement* à 1895 et n'est pas encore accusé par les statistiques. »

En Hollande, selon un rapport de M. F. B. Lohnis, inspecteur général de l'agriculture à La Haye (congrès de Liège, août 1905), il y a 181 146 exploitations agricoles dont 86 p. 100 ont moins de 20 hectares; 2 p. 100 ont plus de 50 hectares; il y avait fin décembre 1904 :

Semoirs	4 886
Distributeurs d'engrais	437
Faucheuses	2 202
Faneuses	2 402
Râteaux à cheval	6 934
Moissonneuses	537
Batteuses à bras	1 234
Batteuses à manège	12 930
Batteuses à vapeur	340
Presses à paille, à vapeur	139

Pour donner une idée de l'inventaire d'une grande exploitation en Russie, nous extrayons les chiffres suivants d'un article de M. C. Courrière, inséré dans le *Journal d'Agriculture pratique* (1900, tome I^{er}, page 217) :

Il s'agit d'une exploitation agricole par actions qui fonctionne depuis 1890; quelques personnes ayant confiance dans l'expérience, le sens pratique et l'honorabilité de M. Blajowski, lui ont confié leurs capitaux, à l'aide desquels ce dernier a affermé, en 1889, le domaine de Stara-Prilouka, district de Berditchef,

gouvernement de Kiev ; ce domaine se compose de deux fermes, et comprend 1 435 hectares de terres labourables et 74 hectares de prairies. Le prix annuel du fermage est de 25 fr. 50 par hectare. Le sol est d'excellente qualité, car le *Tchernoziom*, ou terre noire, y atteint presque un mètre de profondeur. L'assolement, qui était triennal, est aujourd'hui partagé en 18 soles.

Voici la répartition des emblavures, et quelques rendements constatés à l'hectare en 1896 :

	Superficie. Hectares.	Rendement. Kilogr.
Colza.	54	1 268
Froment d'hiver.	226	2 050
Seigle d'hiver.	103	2 025
Avoine.	135	»
Orge.	6	»
Millet.	20	»
Fève de cheval.	34	»
Pois	30	1 567
Lentille.	30	»
Betterave à sucre.	125	23 130
Betterave et carotte fourragères.	5	»
Semences de betteraves.	17	»
Trèfle de deux ans.	96	163 (graine)
Mélange de vesce et d'avoine.	5	»
Total.	908	

Les machines de l'exploitation sont les suivantes :

52 charrues de Sack ; — 85 herses ordinaires ; — 37 extirpateurs ; — 2 semoirs en lignes de Sack ; — 2 semoirs à la volée d'Eckert ; — 3 semoirs pour betteraves ; — 8 rouleaux ordinaires ; — 1 râteau à cheval « Tigre » ; — 2 batteuses à vapeur de Clayton, — sans compter les tarares, les trieurs, les hachepaille, etc.

Pour l'entretien et les réparations du matériel il y a un atelier comprenant un serrurier, un maréchal ferrant et un charpentier.

Le bétail, en plus de quelques vaches et veaux, se compose de :

110 bœufs de labour ; — 30 bœufs de rebut ; — 95 chevaux de trait.

La main-d'œuvre est fournie par 50 garçons de ferme loués pour toute l'année et par 30 jeunes garçons loués seulement pendant l'été. Près de la moitié de ces garçons de ferme sont logés et nourris dans le domaine avec leurs familles. Afin d'encourager ses ouvriers, M. Blajowski a adopté le système suivant : chaque ouvrier a droit à une gratification annuelle égalant 10 p. 100 de ses gages ; cette gratification reste à la caisse où elle rapporte 5 p. 100 d'intérêt et ne lui est versée qu'après cinq ans de service. La conduite de l'exploitation (1)

(1) En 1896 le revenu *net* de l'exploitation a été de 64 000 francs.

est assurée, dans chaque ferme, par un chef de culture, son aide, deux surveillants et deux *atamans*, ou chefs d'attelages des chevaux et des boeufs.

Pour la moisson, on loue des soldats dans les garnisons voisines. Quant aux betteraves, tous les travaux qui les concernent sont cédés à l'entreprise à raison de 64 francs l'hectare.

F. — CONCOURS ET ESSAIS DES MACHINES AGRICOLES

Nous devons, dans cette *Introduction* générale, consacrer quelques lignes aux concours et aux essais des machines agricoles.

Pour ce qui concerne les engrais, les semences, les matières alimentaires, les produits peuvent être vendus après vérification par différentes Stations Agronomiques ou Laboratoires spéciaux; sous ce rapport l'agriculteur intelligent, pouvant être parfaitement renseigné, peut agir en toute connaissance de cause. Mais pour le choix à faire entre telle ou telle machine, l'agriculteur fut pendant longtemps abandonné à lui-même, n'ayant pour se guider que les prospectus des constructeurs et représentants, ou les listes de récompenses des concours publics.

De nombreux essais sur les machines agricoles les plus diverses ont été effectués en France depuis 1850; on avait, à cette époque, un engouement pour tout ce qui nous venait de l'Angleterre : méthodes de culture, plantes, bétail et machines. Cependant, dès 1854, le comte de Gasparin émettait des critiques sévères sur les concours des comices, les essais des concours régionaux et ceux des expositions générales. « Partout, disait-il, on juge les instruments d'agriculture, et nulle part on n'est convenu d'un mode uniforme, méthodique, basé sur des principes exacts pour procéder à leur examen et à leur comparaison. »

En pratique, dans les concours, on ne peut procéder qu'à des *essais comparatifs* entre les différentes machines concurrentes; le peu de temps dont dispose le jury l'oblige à employer un mode de jugement très expéditif, en faisant fonctionner, autant que possible, toutes les machines dans les mêmes conditions et en ne les examinant qu'à un nombre restreint de points de vue, sur lesquels il peut facilement porter son examen et discuter les différences; cette façon d'opérer a le défaut de donner une très grande importance à l'habileté de l'ouvrier qui conduit la machine, ainsi qu'à la docilité et à la puissance de l'attelage : de cette façon, on juge les hommes et les animaux plutôt que les machines elles-mêmes, en ne cherchant qu'un des éléments du problème alors qu'il en comporte plusieurs.

La classification obtenue dans les essais rapides des concours ne peut donc

pas être considérée comme absolue ; avec les mêmes machines concurrentes, cette classification se trouve très souvent modifiée dans des concours ultérieurs dont les conditions de fonctionnement sont toutes différentes. Ce sont ces motifs qui furent invoqués à plusieurs reprises par les constructeurs pour obtenir la réduction du nombre des concours officiels, si ce n'est leur suppression totale.

Il est certain que les essais précis deviennent de plus en plus difficiles, exigent beaucoup de temps et de soins, et comme, dans les concours, il s'agit de procéder rapidement pour diminuer les frais de déplacements imposés aux membres du jury, on juge soit avec des idées préconçues, soit en faisant intervenir involontairement une foule de choses qui sont indépendantes du matériel à examiner. Depuis quelque temps on remplace ces *concours* par des *essais publics* qui, tout en intéressant les personnes qui y assistent, ne produisent pas la même émulation parmi les constructeurs et n'atteignent pas le but des concours avec classification ; il faut cependant appeler l'attention sur les *essais spéciaux*, basés sur des programmes bien détaillés, s'appliquant à des conditions de fonctionnement nettement définies.

Il convient de maintenir les concours proprement dits pour les machines nouvelles dont on tente de répandre la construction en France, ou l'emploi dans une région, mais il faut alors que ces concours soient précédés d'essais effectués avec tout le temps et l'argent nécessaires.

La difficulté des essais des machines agricoles réside surtout dans la variabilité des conditions de fonctionnement, variabilité qu'on ne rencontre généralement pas avec les machines industrielles.

Dans beaucoup d'essais, on recherche l'économie d'énergie dépensée sans s'occuper souvent de la façon dont est fait l'ouvrage. Mais il peut se faire que de deux machines destinées à effectuer le même travail, la plus économique de fonctionnement, c'est-à-dire celle qui donne le travail pratique au plus bas prix, soit celle qui demande le plus d'énergie, si, d'un autre côté, elle est moins coûteuse d'amortissement, d'entretien ou de main-d'œuvre nécessaire, et les rapports de ces divers frais sont eux-mêmes variables suivant la quantité d'ouvrage à effectuer et le temps consacré au travail.

Ainsi, par exemple, plus le temps annuel de fonctionnement d'une machine à vapeur est faible, moins grande est l'importance de la quantité de combustible nécessaire ; dans ce cas, la meilleure machine est la plus simple de construction et celle dont le prix d'achat est plus faible, pourvu qu'elle soit convenablement établie, quitte à lui voir consommer un peu plus de combustible pour vaporiser un certain poids d'eau et utiliser moins bien la vapeur.

Les essais de machines, et en particulier ceux des machines agricoles, sont des travaux délicats et complexes dont nous ne pouvons donner ici qu'un aperçu général.

Un essai doit être aussi complet que possible, afin que la discussion de ses résultats puisse permettre de déterminer la valeur de la machine considérée; il y a donc lieu de tenir compte :

De la quantité et de la qualité du travail pratique exécuté dans diverses conditions de fonctionnement;

De la quantité d'énergie, ou de travail mécanique, nécessaire au fonctionnement;

De la durée probable de la machine, basée sur l'examen de la construction elle-même : nature des matériaux employés, agencement des divers organes constitutifs, ajustage des différentes pièces, etc.

Ces trois données principales permettent d'évaluer le prix de revient du travail de la machine considérée. (Nous en avons fourni des exemples d'application dans nos rapports de divers concours : 1894, Meaux, moteurs à pétrole; 1896, Rouen, broyeurs de pommes à cidre; 1897, Nantes, pressoirs; 1898, Arras, tarares et concasseurs; 1899, Lizy-sur-Ourcq, presses à fourrages; 1901 et 1902, Paris, moteurs et automobiles à alcool, etc.)

L'essai, dont nous venons d'indiquer le programme dans ses grandes lignes, conduit à des recherches d'ordre à la fois scientifique et pratique, qui ne peuvent être effectuées qu'à l'aide d'instruments de précision.

On voit, par ce qui précède, qu'on doit déterminer avec des appareils automatiques, et autant que possible enregistreurs, toutes les fonctions de la machine expérimentée, afin de fixer sa valeur et la limite économique de son emploi; telle est la méthode que nous appliquons à la Station d'Essais de Machines. Pour répondre à un semblable programme, il faut effectuer des expériences de longue durée, en faisant varier une à une les diverses conditions de fonctionnement afin de constater leur influence sur le travail; dans chacune de ces conditions, on répète plusieurs fois les essais, afin de vérifier si les résultats obtenus sont bien comparatifs. N'oublions pas que, dans toutes ces expériences, les machines, bien que munies des appareils de recherche, doivent toujours fonctionner en *régime régulier* de marche dans les *conditions normales de la pratique*. Les nombreux résultats de ces essais peuvent être utilement représentés d'une façon graphique qui facilite leur discussion; l'analyse des courbes et des diagrammes obtenus permet alors de tirer des conclusions d'ordre général (1).

(1) La Station d'Essais de Machines, du Ministère de l'Agriculture, a présenté, à l'Exposition universelle de 1900 (classe 38), quelques diagrammes et courbes relevés dans nos expériences.

L'essai méthodique d'une machine comprend ainsi de nombreuses séries d'expériences effectuées suivant un programme spécial à chaque catégorie. Pour les semoirs, par exemple, il convient de mesurer, par des procédés appropriés : la régularité de la distribution, celle de la répartition des semences, avec différentes graines (blé, avoine, maïs, trèfle, betterave, etc.), et pour chaque semence, faire fonctionner la machine à différents débits, avec les engrenages de rechange, plusieurs positions des vannes, etc. ; répéter ces essais sur des terrains diversement inclinés en faisant travailler la machine en montant et en descendant ; puis faire varier l'écartement et le nombre des lignes semées, etc. Les charrues seront essayées dans des sols de diverses natures, et sur chaque terre, dans différents états (sèche, humide, enherbée), en faisant varier les dimensions du travail pratique effectué, c'est-à-dire du labour... Les moteurs seront essayés à leur vitesse de régime dans diverses conditions de combustibles, de puissance et, au besoin, de vitesse : au maximum possible, au travail normal, à demi-charge et à vide... Dans cette *Introduction*, nous ne pouvons qu'indiquer ces programmes sans entrer dans plus de détails.

Chaque expérience d'un essai doit être aussi prolongée que possible, car nous avons vu des machines dans lesquelles le *régime de marche* ne s'établissait souvent qu'après plusieurs heures de travail, à la suite desquelles on pouvait seulement commencer les constatations définitives. Ainsi, pour certains moulins à farine, ce n'est souvent qu'après plus de deux heures que le travail commence à devenir régulier : les organes, légèrement bourrés, présentent alors plus de résistance, exigent une plus grande quantité de travail mécanique et, pour obtenir un résultat pratique, il eût été inexact de se baser sur des constatations ou des expériences d'un quart d'heure. Dans d'autres machines, au contraire (comme les pompes, les hache-paille, les tarares, les coupe-racines), le régime de travail s'établit assez rapidement ; il faut plus de temps pour les machines de culture (charrues, cultivateurs, herses), pour les machines destinées aux travaux de récolte (faucheuses, moissonneuses), pour les batteuses, les broyeur divers, pour les moteurs thermiques, avec lesquels on doit attendre qu'ils aient pris la température de régime, etc.

Il convient donc de se livrer à des recherches spéciales pour chaque genre de machines et pour chaque machine en particulier. En appliquant les mêmes méthodes, en employant des appareils de précision soigneusement contrôlés avant chaque série d'essais, les résultats obtenus par des expériences faites à de grands intervalles restent comparatifs ; c'est ainsi que nous avons déjà pu formuler un certain nombre de principes généraux applicables aux machines.

Nous ne pouvons donner ici que d'une façon sommaire un aperçu du maté-

riel scientifique nécessaire aux expériences; très souvent on est obligé, pour l'essai d'une machine, d'établir des appareils spéciaux très coûteux et d'une manœuvre délicate; ces appareils peuvent être simplement *indicateurs*, ou, ce qui est préférable, peuvent *enregistrer* la quantité qu'on mesure en laissant ainsi une trace constante, un document de l'expérience sur lequel on pourra rechercher ultérieurement. Lorsqu'on emploie des appareils indicateurs, un aide doit en suivre les variations et les noter à des intervalles de temps réguliers, aussi courts que possible.

Pour mesurer les dimensions et les mouvements, on a recours à des enregistreurs cinématiques (1), des compteurs, des tachymètres, des anémomètres, etc.

Pour mesurer les efforts et les pressions, on emploie différents dynamomètres de traction, de compression, à manivelle, de rotation, des indicateurs, des manomètres, etc.

Inutile d'insister sur les compteurs de temps, les thermomètres, les compteurs d'eau et de gaz, les balances diverses...

Les différents appareils enregistreurs ou indicateurs, montés sur une machine en expérience, ne doivent jamais gêner les ouvriers chargés de son service ni modifier le travail pratique effectué; autant que possible, ces divers appareils de précision seront tous mis en marche ou arrêtés automatiquement et simultanément, sans interrompre le mouvement de la machine en essai. A notre laboratoire (2), l'embrayage et le débrayage de tous ces appareils a lieu électriquement par la manœuvre d'un seul commutateur qui envoie le courant (d'un petit accumulateur) dans des directions voulues, aux électros chargés de l'embrayage. Par ces quelques lignes, on peut se faire une idée du temps nécessaire à la préparation d'un essai, au montage des différents appareils de précision, aux calculs des tracés fournis par les enregistreurs, enfin, à l'analyse des résultats obtenus.

Avec la méthode précitée, les résultats d'essais donnent une grande puissance pour dresser les *Bulletins d'Expériences* d'une façon très précise, en permettant de spécifier si la machine est bonne, médiocre ou mauvaise, en totalité ou dans telle ou telle partie; une semblable façon de procéder permet d'indiquer au constructeur la voie à suivre en vue de l'amélioration de la machine. Certes, l'application de notre programme nous conduit à adapter ou à combiner continuellement des appareils de précision spéciaux, mais les documents fournis

(1) La *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* nous a décerné en 1892 un prix de 3 000 francs pour nos enregistreurs cinématiques destinés aux essais des machines de culture et dont les premiers modèles remontent à 1884.

(2) Nous ne croyons pas que ce soit le moment de décrire la Station d'Essais de Machines; nous en renvoyons l'étude à plus tard.

sont précieux au point de vue de la mécanique générale et de la science des machines.

Les Sociétés départementales d'agriculture peuvent jouer un très grand rôle pour la diffusion des machines perfectionnées en organisant des concours ou des essais spéciaux. A ce sujet, nous croyons utile de reproduire une partie de notre rapport (1) fait à la Société Nationale d'Agriculture sur l'ensemble des concours de machines entrepris par la Société d'Agriculture de Meaux, à qui il fut décerné un *diplôme d'honneur* dans la séance solennelle du 19 décembre 1900 :

« L'arrêt du Conseil d'État du Roi, en date du 1^{er} mars 1761, avait institué quatre *Bureaux d'Agriculture*, parmi lesquels figure le *Bureau d'Agriculture de Meaux*. Ce dernier fut réorganisé en Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Meaux, en 1799. C'est à cette origine que se rattache le Comice agricole (constitué en 1852), transformé dès 1886 en Syndicat.

« Deux membres de notre Compagnie ont su imprimer une direction particulière aux travaux et recherches de la Société d'Agriculture de Meaux; ce sont MM. Gatellier et Jules Bénard qui en étaient les président et vice-président.

« C'est surtout à la suite de l'Exposition Universelle de Paris, en 1855, que les agriculteurs éclairés se sont préoccupés du matériel agricole qui s'imposait peu à peu, à la fois par le travail plus énergique réclamé par le sol et par la diminution du nombre des travailleurs agricoles.

« En vue de se renseigner sur la valeur de diverses machines pouvant intéresser sa région, la Société d'Agriculture de Meaux décida, en 1866, d'entreprendre une série de concours spéciaux; ce furent les premiers exemples de concours organisés en France par une société privée.

« Tous les concours entrepris par la Société d'Agriculture de Meaux ont été très sérieusement organisés; leur durée était quelquefois de deux jours, et certains d'entre eux, dans ces dernières années, ont nécessité jusqu'à deux mois d'expériences préalables; tous les constructeurs français et étrangers étaient admis; les membres de la Société fournissaient gratuitement les ouvriers, les attelages, les champs et les produits à manipuler. Enfin, ces concours donnèrent lieu à des rapports très complets et très étudiés, dont la plus grande part fut rédigée par le regretté Gatellier qui, grâce à sa qualité d'ingénieur, a pu tracer la marche à suivre pour ces sortes de travaux.

(1) Nous laissons de côté ce qui est relatif au laboratoire de chimie de Meaux, aux cartes agronomiques, au drainage, au hannetonnage, au Syndicat agricole, à la destruction des plantes nuisibles, à la Société de crédit mutuel, etc.

« Le résumé de ces différents concours nous donne ainsi des points de repère pour les diverses étapes successivement franchies par le matériel agricole :

1866. — Concours de *faucheuses*, à Neufmontiers, près Meaux : 4 machines, Wood, McCormick, Lallier (France), Bornel (France); Gatellier, rapporteur. — Ce concours n'excite alors que la curiosité, peu de cultivateurs ayant confiance dans l'avenir réservé aux faucheuses, dont le besoin ne se faisait pas encore sentir; une seule machine a été vendue.

1868. — Concours de *moissonneuses*, à Neufmontiers, près Meaux, chez M. A. Petit : Gatellier montre, dans un rapport très étudié, que pour une culture de 150 hectares, le moissonnage mécanique revient à 13 fr. 50 l'hectare, en présentant 48 à 50 p. 100 d'économie sur le travail manuel. Trois prix de 800 francs, 500 francs et 300 francs furent décernés aux machines Samuelson, Brigham et Bickerton-François; non classées : Lallier (France) et Gailleteau (France).

1872. — Concours de machines destinées à la culture des betteraves à sucre; les essais échelonnés, d'avril à septembre, ont été effectués près de la sucrerie de Villenoy :

1^o *Semoirs à betteraves et à engrais*;

2^o *Semoirs à toutes graines*;

3^o *Semoirs spéciaux à betteraves*.

Les machines suivantes prirent part aux essais : Smyth, Garrett, Hornsby (d'Angleterre); Leclerc (de Rouen); Vendraud (de Villers-Cotterets); Hurtu (de Nangis); Lefebvre (de Vendhuile, Aisne); Flamand (de Meaux); Coutelet (de Meaux);

4^o *Houes à betteraves* :

(Machines françaises de Lefebvre; Delahaye-Bajac; Coutelet; Saulnier; Bernier; Citré; Morlet; machines anglaises de Garrett et de Hornsby.)

5^o *Buttoirs* :

(Machines : Howard (Angleterre); Lefebvre; Delahaye-Bajac).

6^o *Arracheurs de betteraves* :

(Machines Lefebvre; Howard.)

7^o *Appareils pour le débardage des betteraves* :

(Porteur Corbin.)

Dans son rapport, Gatellier constate que tous les semoirs expérimentés fonctionnent bien; que les houes sont indispensables pour la culture de la betterave à sucre; avec une houe à trois rangs, le binage revient à 5 francs environ par hectare; que les buttoirs ne peuvent pas être pratiquement employés entre les lignes espacées de 0^m, 35; les arracheurs présentés ne fonctionnent que difficilement et doivent être améliorés, le travail fait avec deux bœufs pouvant s'abaisser à 16 fr. 75 par hectare.

1873. — Concours de *fosses à purin*; emploi des engrais domestiques; le rapport de M. Plicque donne le classement suivant :

1^o L'hospice de Meaux (emploi des vidanges);

2^o M. Collard, à Champs (fosse mobile);

3^o M. Cougis, au Gué à Tresmes (installations de fosses).

1874. — Concours de machines pour la culture du sol :

1^o *Houes à cheval*, pour céréales (machines Smyth; Priest et Wolnough, Delahaye-Bajac, Lefebvre, Coutelet).

2^o *Extirpateurs scarificateurs* (machines Howard; Cochegrue);

3^o *Rouleaux* (machines Peltier, Pécard, Bernier, Lefebvre);

4^o *Machines diverses* (tonneaux d'arrosage; machine à retourner les fromages).

Dans son rapport, Gatellier montre que le binage des céréales, effectué à l'aide de la houe à cheval, revient à 7 fr. 50 par hectare.

1875. — Concours de *moissonneuses* à Ussy; pendant deux jours on fit fonctionner 13 machines parmi lesquelles : Johnston, Hubbard, Wood, Samuelson, Burdick, Hornsby, la Champion, Lallier et Faitot. A la suite de son rapport, Gatellier, constatant les progrès accomplis depuis 1866, montre que les moissonneuses commencent à entrer dans la pratique; quelques machines ont été achetées sur le champ d'essais.

1876. — Concours de *faucheuses* (treize machines), de *faneuses* et de *râteaux à cheval* (huit machines), à Reutilly, près Lagny; Gatellier, rapporteur.

1877. — Concours d'appareils propres à nettoyer et à préparer les grains, à Meaux; rapporteur Gatellier :

1^{re} *Cribles et tarares* (Rose, Fortin, Léon Mabilie);

2^o *Tricurs* (Marot, Clert, Presson);

3^o *Décuseurs* (Marot, Presson);

1878. — Expériences de machines propres à récolter les fourrages; rapporteur Gatellier : *faneuses*, *râteaux à cheval*; *chargeurs de foin*; *presses à fourrages* à bras et à moteur.

1879. — Expériences de *moissonneuses-lieuses* à Neufmontiers; rapporteur Gatellier; machines Wood et Mac Cormick (le travail laisse beaucoup à désirer).

1880. — Expériences de *labourage à vapeur* (système Debains); rapporteur Gatellier. On a labouré 40 hectares chez M. Petit, 25 hectares chez M. Bénard et 50 hectares chez diverses personnes.

1881. — Concours de *machines à battre*, à Meaux; rapporteur M. Cormier;

1^{re} catégorie : machines mues par un moteur à vapeur (Gautreau, Girardin, Gérard, Cumming, Bertin).

2^e catégorie : machines mues par deux ou plusieurs chevaux (Gautreau, Maréchaux, Girardin).

3^e catégorie : machines actionnées par un cheval (Bertin, à plan incliné).

Le jury ayant fait repasser dans chaque machine la paille battue, constate qu'il reste de 3 à 7 p. 100 de blé dans la paille; le rapport montre l'efficacité de certains secoueurs.

1882. — Concours de *machines d'industrie laitière*, à Meaux.

1883. — Concours spécial de *houes à betteraves*, à Mitry-Mory; rapporteur M. Chartier. Les essais portent sur 7 houes de 1 à 5 lignes, 1 houe à main de M. Viet, et 1 *houe éclaircisseuse*, ou *dépresseuse*, de M. Olivier-Lecq; cette dernière machine ne donne pas un résultat satisfaisant.

1884. — Concours de *drainage*; M. J. Bénard, dans son rapport, constate que le département de Seine-et-Marne est celui où le drainage a été le plus appliqué; d'importants travaux ont été exécutés dans l'arrondissement de Meaux.

1885. — Concours de *charrues* à Neufmontiers. Ce concours très important, rapporté par Gatellier, réunissait 123 machines dont beaucoup provenaient de petits constructeurs locaux (brabants-doubles, déchaumeuses, charrues multiples); on constate que, depuis vingt ans, toutes les pièces en bois ont été remplacées par des pièces en fonte ou en fer.

1886. — Concours de *moissonneuses-lieuses* à Marcy (6 machines : Albaret, Hornsby, Johnston, Mac-Cormick, Osborne et Wood); le rapport, confié à M. Liébaut, montre que les moissonneuses-lieuses doivent être tirées par 3 chevaux.

1887. — Concours de *moissonneuses* et de *moissonneuses-lieuses*, à Mitry-Mory; rapporteur, M. Barbier. A ce concours très important prennent part : 8 moissonneuses simples; 4 machines combinées et 8 moissonneuses-lieuses; ces dernières machines commencent à être employées dans les exploitations de l'arrondissement.

1888. — Expériences d'*arracheurs de betteraves* à Neufmontiers; rapporteur M. Barbier; deux machines prennent part aux essais (Lefebvre, Bajac) et leur travail est déclaré insuffisant.

1889. — Expériences sur un *monte-charge* destiné à élever les bâches sur les wagons à marchandises.

1891. — Expériences de machines nouvelles, à Changis : *déchaumeuses*, *pulvérisateurs*, *distrib-*

buteurs d'engrais, faneuse à mouvements alternatifs, moissonneuses-lièuses (Mac-Cormick, Adrianee, Hornsby, Wood). Rapporteurs MM. Haran et Masson.

1892. — Concours de *distributeurs d'engrais* à Neufmontiers (machines Hurtu, Lefebvre, Magnier, Smyth, Oudin et Lherondelle); M. Papillon, rapporteur, constate qu'aucune machine ne donne complète satisfaction.

1893. — Concours de *machines à battre*, à Meaux (machines mues par une locomobile : Protte, Deneuville; machine à plan incliné : Bertin). — Concours de *pulvérisateurs* pour le traitement des pommes de terre (machines Vermorel, Japy, Besnard); rapporteur M. Papillon.

1894. — Concours de *moteurs à pétrole* et exposition de moteurs à Meaux. (Ce concours, qui avait été projeté deux ans auparavant, a été annoncé en 1893 lorsque l'abaissement des droits de douane sur le pétrole permit en France l'emploi économique de ce combustible.)

Les expériences préalables de longue durée ont été effectuées, sur 7 moteurs de 4 chevaux, à la Station d'Essais de Machines, plusieurs membres de notre Compagnie faisaient partie du jury (MM. Linder, Alfred Tresca et Liébaut); nous fûmes chargés du rapport qui a été tiré à plusieurs milliers d'exemplaires et répandu dans toute l'Europe aux frais de la Société. Ce concours, le premier organisé en France, contribua à faire connaître les moteurs à pétrole.

1895. — Concours de *tondeuses à moutons*, à bras et à manège; rapporteur M. J. Bénard.

1896. — Concours d'*arracheurs de betteraves*, à Neufmontiers (machines Brébat et Bajac à deux rangs; Frennet-Wauthier à un rang); M. J. Bénard rapporteur.

1897. — Concours de *pulvérisateurs pour la destruction des sances*. C'est, croyons-nous, le premier concours qui fut organisé dès que le procédé Bonnet a été connu (très bon travail des machines Vermorel, Mahot et Besnard); *herse* (6 machines); *concasseurs* (2 machines); rapporteur M. Monthiers.

Enfin, la liste se termine par quatre concours et séries d'essais dont nous avons été le rapporteur :

1897. — Expériences sur les *moteurs à alcool* (Station d'Essais de Machines).

1898. — Essais de *charrues à siège*, à Meaux et à Coupvray (3 machines).

1899. — Essais sur les *presses à fourrages* à bras, à manège et à moteur (Station d'Essais de Machines et Lizy-sur-Ourcq; 9 machines).

1900. — Essais sur les *faucheuses automobiles*, à Mitry-Mory (machines Deering et Mac-Cormick paraissant pour la première fois à l'Exposition Universelle).

« Ainsi, dans l'espace de trente-quatre ans, la Société d'Agriculture de Meaux a passé en revue tout le matériel agricole, en instituant 31 concours ou essais spéciaux; afin d'initier les agriculteurs, elle a toujours cherché à expérimenter les machines dont elle prévoyait l'emploi dans un avenir prochain. A la suite de ces expériences, des rapports détaillés, donnant tous les renseignements pratiques nécessaires, ont été répandus dans le monde agricole. Les sacrifices que s'est imposés la Société se sont élevés à une centaine de mille francs. Les résultats obtenus prouvent l'utilité de semblables concours; comme l'a fort bien dit Gatellier, la Société de Meaux a *démocratisé* l'outillage agricole. La petite culture a bénéficié au suprême degré de la démonstration de vérités, qu'elle n'admet pas toujours sans résistance, et les statistiques constatent qu'aucun pays ne possède un matériel aussi complet que l'arrondissement de Meaux. »

Le programme de concours que nous avons proposé, et qui fut appliqué en 1894 par la Société d'Agriculture de Meaux, consistait à essayer séparément

chaque machine concurrente pendant tout le temps nécessaire (qui a atteint une semaine pour certaines machines), puis, au jour indiqué d'avance, toutes les machines étaient réunies en une exposition et le public prenait connaissance des résultats d'essais motivant la classification des concurrents; comme on l'a vu, nous renouvelâmes, avec la Société de Meaux, la tentative en 1897, en 1898, puis en 1899, et cela eut pour résultat d'engager d'autres Sociétés et l'Administration de l'Agriculture dans la même voie pour les concours suivants :

En 1895. — Cambrai; Arracheurs de betteraves (Syndicat des fabricants de sucre de France);

En 1896 et 97. — Rouen et Paris; broyeurs de pommes à cidre (Association pomologique de l'Ouest);

En 1897. — Nantes; pressoirs. (Association pomologique de l'Ouest);

En 1898. — Arras; tarares; concasseurs; laveurs de racines (Fédération des Sociétés agricoles du Pas-de-Calais);

En 1898. — Maison-Carrée (Algérie); charrues destinées aux indigènes (Gouvernement général de l'Algérie);

En 1901. — Le Plessis; labourage mécanique; charrues; scarificateurs; herbes (Société d'Agriculture de l'Indre);

En 1901. — Paris; concours national de moteurs et d'automobiles à alcool (Ministère de l'Agriculture).

En 1902. — Paris; concours international de moteurs et d'automobiles à alcool (Ministère de l'Agriculture);

En 1904. — Sfax (Tunisie); machines spéciales pour l'extraction de l'huile d'olives (Direction de l'Agriculture et du Commerce de Tunisie);

En 1905. — Limoges; bœufs de travail de race limousine (Société d'Agriculture de la Haute-Vienne).

Tous ces essais ont fait l'objet de rapports imprimés par les soins des diverses Administrations ou des Sociétés d'Agriculture.

Nous devons analyser les vœux concernant les concours de machines, émis au Congrès de mécanique agricole qui s'est tenu à Liège en 1905 :

8. — Étudier l'organisation à donner aux *concours pratiques* de machines agricoles pour que leurs résultats puissent être considérés comme irréprochables; établir un type de règlement-programme pour chaque sorte de machines.

9. — Étudier l'organisation à donner aux *essais démonstratifs* devant servir à la propagande en faveur de l'emploi des machines, et appelés à remplacer les concours pratiques dans le cas où l'organisation irréprochable de ceux-ci ne peut être réalisée; établir un règlement-programme type.

11. — Établir un règlement-programme type *d'exposition* de machines agricoles, en tenant compte :

a) que chaque exposant doit pouvoir grouper tout son matériel dans un seul et même stand;

b) que les appareils réalisant une nouveauté, et que les organisateurs voudraient signaler

spécialement au public, soient examinés par un jury avant l'ouverture de l'exposition; qu'ils ne pourront être isolés dans un compartiment à part, mais qu'une liste en sera dressée;

c) qu'aucun concours pratique ne pourra être organisé pendant l'exposition;

d) qu'il ne pourra être attribué de récompenses distinctives aux exposants.

12. — Déterminer les attributions et l'organisation à donner au *Commissariat permanent* à instituer dans chaque pays pour l'organisation générale des concours et expositions de machines agricoles.

Nous avons tenu à citer ces vœux, en supprimant les développements qui n'ont d'intérêt que pour la Belgique et la Hollande, parce qu'un grand nombre d'entre eux sont en conformité avec nos idées; mais nous croyons difficile, et même dangereux, de chercher à enfermer tous les essais dans des limites déterminées, alors que nous estimons qu'il y a tout intérêt à laisser une très grande liberté d'action aux personnes qui s'occupent de ces questions et qui y consacrent leur temps et leurs peines dans l'intérêt général.

Nous ne dirons que quelques mots relatifs aux *essais de vente* qui ont lieu lorsque le vendeur consent à déplacer son matériel ou quand l'acheteur peut venir le voir travailler sur place.

Le plus souvent on se contente de faire marcher rapidement la machine seulement pendant une demi-minute et on multiplie le résultat obtenu par 120 pour avoir le travail à l'heure. Il faut se méfier de ce procédé, car le nombre de mouvements que peut fournir un homme (ou un animal) est en relation étroite avec le nombre de ses mouvements respiratoires, sinon le moteur se ruine rapidement; il y a, de plus, des rapports à observer entre les efforts et les vitesses que peuvent donner les moteurs en travail normal; enfin il y a la durée du travail pratique, qui oscille de quarante à quarante-cinq minutes par heure, même lorsque la machine est mue par courroie, et quand son alimentation est faite par une manœuvre manuelle (1).

G. — DE L'EMPLOI DES MACHINES AGRICOLES

Dans les années prospères il ne faut pas parler à l'agriculteur d'entrevoir le moment où il conviendra de diminuer les frais de production par une modification de procédé ou de matériel de culture; ce n'est que dans les mauvaises années qu'il commence à écouter les conseils et à étudier un nouveau pro-

(1) Une machine idéale aurait un coefficient d'utilisation égal à l'unité et cela ne se rencontre jamais; le rendement est toujours plus petit que un; cependant nous avons l'occasion de dire chaque année qu'un professeur constitue une machine des plus perfectionnées qui travaille réellement pendant 60 minutes par heure.

gramme, tout en étant dans une condition d'infériorité parce qu'il ne dispose plus du temps nécessaire. Un industriel, à une époque quelconque de l'année, peut se rendre compte assez rapidement des avantages ou des inconvénients d'une modification dans sa fabrication ; tandis qu'en culture, comme il faut suivre le cycle régulier des saisons, chaque expérience nécessite au moins un an d'observations. Voilà ce qui justifie la timidité, la crainte de toute innovation qu'on rencontre chez l'agriculteur, ce dernier aimant mieux que ce soit son voisin qui se *risque* le premier, se réservant, les années suivantes, d'en faire son profit ou, dans le cas d'insuccès, de déclarer très haut que c'était *prévu d'avance*. Il faut dire que la crainte d'être critiqué par les bons amis des environs est des plus vives dans nos campagnes de France où elle agit comme un frein puissant à l'esprit d'innovation ; puis, on a peur de risquer quelque somme d'argent, et c'est surtout la femme qui joue ici un rôle actif pour empêcher son mari de tenter une aventure où elle ne raisonne qu'avec le présent sans entrevoir l'avenir.

L'introduction d'une machine nouvelle comme d'une nouvelle culture dans une région est une opération des plus délicates si l'on envisage les conséquences qui peuvent en résulter au point de vue général : lorsque le choix a été judicieux et les circonstances favorables, si, en un mot, le succès a couronné l'œuvre, l'exemple se propage rapidement au profit de toute la région. Dans le cas contraire, avec l'esprit de *généralisation* qui caractérise les populations rurales, au lieu de discuter les motifs de l'insuccès de la tentative, on la rejette de parti pris en paralysant dans le pays toute innovation du même genre pendant de longues années.

Ajoutons enfin que, d'avance, le paysan a plus de confiance dans des essais entrepris par un fermier, tandis qu'il est toujours défiant pour ceux faits par un propriétaire sur sa réserve, sous prétexte que ce dernier a les *moyens* de se payer ses fantaisies, alors que le *fermier sait mieux compter son argent*.

La difficulté peut être tournée, d'une façon partielle, par des essais raisonnés faits sur de petites surfaces afin de n'entraîner, en cas de non-réussite, qu'une faible diminution de bénéfice ; mais le principal rôle semble dévolu à l'Administration, qui dispose de *champs de démonstrations* où elle ne doit appliquer que les résultats positifs et bien constatés antérieurement dans ses *champs d'expériences*.

L'agriculteur économe (il serait souvent plus exact de dire : *intéressé*), très défiant et craintif au sujet des nouvelles conditions instables que l'avenir semble toujours lui réserver, n'emploie une machine qu'au dernier moment et ne l'achète qu'après avoir subi une perte : avec des hommes, même d'un haut salaire, il dépense plus d'argent pour faire un ouvrage déterminé, mais cette dépense se fait petit à petit, jour par jour, comme un intérêt usuraire à payer, tandis que

pour avoir la machine, qui lui abaissera des prix de revient, il recule le plus qu'il peut devant l'avance qu'il lui faudra faire d'un capital souvent élevé et hors de proportion avec ses ressources. Nous verrons plus loin comment les syndicats, le crédit agricole, et surtout les associations, peuvent modifier ces conditions en facilitant l'achat et l'usage des machines en agriculture.

D'une façon générale les machines doivent s'appliquer surtout aux terres d'une fertilité moyenne, où il faut lutter opiniâtrément pour obtenir des rendements rémunérateurs, plutôt que sur les terres les plus riches, qui d'ailleurs se morcellent incessamment et où, fatalement, l'agriculture cède la place au jardinage.

Les États-Unis, réputés pour leur outillage rural, en sont un exemple; les méthodes de culture ressemblent à celles de nos pauvres régions : on travaille à peine la terre, on sème à la volée, on n'a pas recours aux engrais; mais, à côté de ces procédés primitifs, on trouve un emploi général des machines agricoles pour suppléer au manque de main-d'œuvre, laquelle atteint par suite un prix élevé; les rendements, comparés aux nôtres, sont faibles par unité de surface et les récoltes ne sont importantes que grâce à l'étendue considérable des terres cultivées.

Rappelons que, dans un ensemble, la modification d'un organisme particulier ne peut se manifester qu'en entraînant d'autres modifications parallèles, afin qu'il y ait toujours l'harmonie voulue entre les diverses parties de cet ensemble; c'est ainsi que l'emploi des machines en agriculture change la pratique des travaux.

Au sujet de l'organisation du travail agricole et du rapport entre le travail de la main-d'œuvre et celui des machines, nous relisons l'autre jour un article que notre ancien maître, E. Lecouteux, avait publié en 1892. En traitant de cette grosse question *des frais de culture en pays riches* (1), E. Lecouteux, après avoir constaté le parallélisme de l'augmentation du prix du travail de l'homme et de l'abaissement du prix de revient du travail des attelages et des moteurs inanimés, s'exprime ainsi :

«... Plus se développe l'activité industrielle, plus la main-d'œuvre accroît son prélèvement sur le produit brut de toutes les entreprises qui l'emploient à prix d'argent. Le loyer du sol, le loyer du capital baissent leur taux, la main-d'œuvre augmente le sien. C'est une sorte de liquidation qui se poursuit, aussi bien pour la terre que pour le capital, et ce serait manquer de prévoyance que de fermer les yeux devant ce phénomène économique, qui prend des proportions de plus en plus considérables. Impossible de ne pas compter sérieusement avec la main-d'œuvre, avec les populations ouvrières. Elles sont le

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, 1892, — t. II, p. 40.

nombre, et le nombre, aujourd'hui, c'est une puissance qui veut améliorer son sort. Reconnaître que ce résultat s'obtiendra d'autant plus sûrement que chacune de ces forces productives, la terre, le capital, le travail, trouvera d'équivalentes conditions d'équilibre, c'est marcher vers un état de choses qui s'impose à l'agriculture comme à toutes les autres industries.

« La grande culture est surtout en cause ici, car ce qui renchérit plus que le reste de ses frais de production, c'est la hausse des salaires. Elle peut, il est vrai, tourner la difficulté par la substitution des systèmes à petite main-d'œuvre, le système pastoral, entre autres, aux systèmes à haute main-d'œuvre qu'implique la culture intensive ; mais cette substitution ne saurait avoir un caractère de généralité tel qu'elle soit un moyen répondant à toutes les exigences de notre situation contemporaine. La grande culture exploitant de vastes terres à blé, fourrages et plantes industrielles, est un système en harmonie avec les circonstances générales de tout pays civilisé qui appelle une nombreuse population dans les villes et les fabriques, et qui, pour nourrir et approvisionner cette population, est intéressée à la prospérité de grandes entreprises organisées en manufactures de subsistances et de matières premières. Or, pour ces entreprises de grande culture, il est une fondamentale condition de succès : c'est de n'appliquer la main-d'œuvre qu'à des terres assez fertilisées pour donner de grosses récoltes. Rien ne coûte plus cher que les récoltes qui comportent une certaine somme de main-d'œuvre salariée, répartie sur de petits rendements.

« L'organisation du travail appelle donc toutes les méditations de notre grande culture, qui se rencontre sur les marchés de main-d'œuvre avec les industries manufacturières, les travaux publics, la petite culture et enfin le métayage qui se tire d'affaire en n'appliquant à la terre que des forces humaines non salariées, mais intéressées aux résultats de la métairie et rétribuées selon leurs œuvres... »

L'organisation du travail dans une exploitation rurale est des plus complexes ; la machine ne fait pas tout et ne peut pas tout faire ; certains ouvrages dont la durée est très courte doivent être effectués à la main ; il faut que l'exploitant s'organise pour retenir une grande partie de l'année cette main-d'œuvre sur son domaine en la chargeant, entre temps, de travaux qui, à première vue, sembleraient plus économiques s'ils étaient effectués à l'aide de machines. Ajoutons à cela l'opposition des ouvriers, aussi bien ceux de la ferme, que des charrons et forgerons du village voisin, qui voient peu à peu leur industrie périliter, sans se rendre compte qu'ils doivent fatalement disparaître comme constructeurs proprement dits, pour ne se charger que de l'entretien et des réparations du matériel perfectionné.

L'agriculteur qui utilise une machine nouvelle doit tenir compte de toutes ces conditions, et Mathieu de Dombasle, qui rencontra ces difficultés, recom-

mandait de bien choisir l'époque convenable et surtout de prendre l'ouvrier par son amour-propre, lui faisant voir qu'il est capable de se servir de la machine aussi bien que les ouvriers d'ailleurs; peu à peu ses camarades ne veulent pas rester en arrière et la cause est gagnée. Nous avons été obligé d'avoir toujours recours à ces procédés dans les exploitations annexées aux Écoles où nous étions chargé de l'enseignement du Génie Rural, où l'opposition venait aussi bien des chefs de pratique que des ouvriers mêmes; à plus forte raison un particulier doit les adopter, sinon la machine nouvelle ne tardera pas à être mise hors de service par malveillance.

M. E. Levasseur (1) cite les comptes de l'exploitation de M. Power, à Helendale (Dakota; Exposition Universelle de Paris en 1889); sur 235 hectares cultivés en céréales (101 en blé, 97 en avoine et 37 en orge), les frais de production étaient de :

Labours d'automne	1 163 francs.
Semences	2 600 —
Semailles	285 —
Moisson	1 040 —
Liens	725 —
Battage	1 340 —
Nourriture des chevaux	3 375 —
— des hommes	1 130 —
Réparations aux machines et frais généraux	1 310 —
Total	12 970 —

Sur lesquels les travaux proprement dits (labours, semailles, moisson et battage) s'élèvent à 3 830 francs (2), c'est-à-dire presque au tiers des frais de production et au cinquième de l'ensemble de toutes les dépenses de l'exploitation.

Pour montrer l'influence de l'emploi des machines agricoles sur certaines parties du prix de revient des produits, voici quelques chiffres fournis par le département de l'Agriculture des États-Unis (*Yearbook 1897*, p. 600-601), relatifs à la culture du maïs qui, en 1855, s'effectuait avec une charrue ordinaire, la récolte et l'égrainage à bras, alors qu'en 1894 l'exploitation employait une charrue à siège, une moissonneuse et une égraineuse mécanique.

(1) *L'Agriculture aux États-Unis*, Société Nationale d'Agriculture, 1894, p. 377.

(2) Les 12 970 francs de frais ci-dessus représentent 55 fr. 25 par hectare, soit, avec un rendement de 13 hectolitres et demi, 4 fr. 09 par hectolitre. Mais, ajoute M. Levasseur, dans ce calcul on ne comptait ni l'intérêt du capital et l'impôt qui augmentent de 50 p. 100 le prix de revient, ni la fumure qu'on ne donne pas. En augmentant de 50 p. 100, M. Power calculait qu'ayant vendu 10 fr. 32, il avait fait un bénéfice d'environ 4 fr. 13 par hectolitre de blé, 2 fr. 56 par hectolitre d'avoine et 2 fr. 60 par hectolitre d'orge.

Pour obtenir une récolte de 36,4 hectolitres de maïs, il fallait :

		En 1855.	En 1894.
Heures.	{ d'ouvriers	455	68
	{ d'animaux	135	120
Prix du travail, par hectolitre.		16 fr. 50	6 fr. 60
Chiffres relatifs.	{ Temps du travail { des hommes.	100	13
	{ des animaux.	100	90
	{ Prix total du travail.	100	40

Pour diverses récoltes, les frais du travail de l'homme et des attelages, calculés par hectolitre, étaient aux États-Unis, en :

	1855.	1894.
	fr. c.	fr. c.
Blé.	3,15	1,30
Avoine.	1,30	0,60
Riz.	3,25	2,75
Orge.	2,40	0,55
Pommes de terre	0,95	0,40

Une grande partie des frais de production est absorbée par la fourniture de l'énergie qu'on doit dépenser pour cultiver le sol et le préparer aux ensemencements. Nous avons montré que cette énergie ne doit pas être évaluée sous forme de moyenne générale, ses variations étant d'un ordre trop élevé suivant la nature des travaux et des terres sur lesquelles ils s'effectuent.

En prenant comme exemple des terres fertiles, qui appartiennent au limon des plateaux reposant sur l'argile tertiaire, et en considérant deux périodes successives d'une même exploitation où se cultivent le blé et la betterave à sucre, nous avons obtenu les chiffres suivants :

A. — *Préparation des terres pour un blé d'hiver après betteraves.*
(Le sol est déjà ameubli par l'arrachage des racines.)

	Kilogrammètres nécessaires par hectare.
Un labour léger à 0 ^m ,12 de profondeur.	6 000 000
Un hersage	1 000 000
Total.	<u>7 000 000</u>

B. — *Préparation des terres pour betteraves sur céréales.*

Un déchaumage (ou extirpage).	3 600 000
Un passage du rouleau brise-mottes.	750 000
(Épandage du fumier. — <i>Mémoire.</i>)	
Un labour d'enfouissage à 0 ^m ,20 de profondeur.	10 000 000
Un labour d'hiver à 0 ^m ,35 de profondeur.	18 200 000
Au printemps.	Trois scarifiages. 16 800 000
	Trois hersages. 2 400 000
	Deux passages du rouleau plombeur. 1 240 000
Total.	<u>34 990 000</u>

Ces deux exemples, pris dans la même exploitation où la terre est en très bon état, nous montrent, suivant la période de l'assolement considéré, que les travaux de culture d'un hectare nécessitent de 7 millions à 55 millions de kilogrammètres, que les attelages de la ferme sont tenus de fournir pendant un temps toujours limité; ces chiffres seraient plus élevés pour des terres fortes, et il est bon de remarquer que, dans ce qui précède, nous nous sommes limités aux travaux de préparation du sol, en laissant de côté les dépenses d'énergie nécessaires aux ensemencements, aux cultures d'entretien et aux travaux de récolte.

Comme parallèle à ces chiffres, il y a lieu de donner un aperçu général du prix de revient de l'énergie que peuvent fournir nos moteurs (ces prix sont influencés par les diverses conditions de fonctionnement, et doivent être établis pour chaque domaine; nous aurons d'ailleurs l'occasion de les détailler dans la suite).

Les 100 000 kilogrammètres reviennent, dans nos exploitations agricoles :

- 1 fr. 30 à 1 fr. 85 quand ils sont fournis par un homme;
- 0 fr. 52 à 0 fr. 71 quand ils sont fournis par un manège à chevaux;
- 0 fr. 29 à 0 fr. 40 quand ils sont fournis par un attelage de chevaux;
- 0 fr. 21 à 0 fr. 24 quand ils sont fournis par un attelage de bœufs;
- 0 fr. 12 à 0 fr. 19 quand ils sont fournis par un moteur à pétrole;
- 0 fr. 13 à 0 fr. 20 quand ils sont fournis par un moteur à vapeur;
- 0 fr. 05 à 0 fr. 11 quand ils sont fournis par un moteur hydraulique.

Rappelons que l'énergie doit être fournie à nos attelages sous forme de matières alimentaires auxquelles on pourrait donner une autre destination (production de la viande, du lait, ou de la laine) si l'on avait recours, en partie, aux moteurs inanimés.

La grande culture est la première intéressée à l'emploi des machines qui permettent de diminuer le prix de revient de ses travaux; c'est elle qui dispose de plus importants capitaux, et c'est ce qui explique pourquoi l'attention des mécaniciens s'est surtout portée sur les machines appropriées à la culture intensive du sol. Le matériel destiné aux moyennes et petites exploitations attire malheureusement trop peu l'attention, et pourtant nous devons constater qu'il y a là un débouché important, étant donné que notre pays est surtout un pays de petite et de moyenne cultures.

Voici, en effet, les chiffres extraits des statistiques officielles de 1882 et de 1892 :

Divisions de la culture (1882).	Hectares.	Nombre d'exploitations.	Étendue totale. Hectares.	Importance relative des cultures en fonction du nombre des exploitations et de leur étendue totale.	
				Étendue moyenne d'une exploitation Hectares.	5 p. 100
1 ^o Très petite culture.	de 0 à 1	2 167 677	1 083 833	0,50	5
2 ^o Petite culture	1 à 10	2 635 030	11 366 274	4,31	65
3 ^o Moyenne culture.	10 à 40	727 222	14 845 650	20,41	23
4 ^o Grande culture.	plus de 40	142 088	22 266 104	156,71	7
Totaux et moyennes		5 672 007	49 561 861	8,74	

Exploitations (1892).	Hectares.	Nombre d'exploitations.	Étendue totale Hectares.	Importance relative des cultures en fonction du nombre des exploitations et de leur étendue totale.
1 ^o Très petite culture. . .	de 0 à 1	2 230 000	1 320 000	6 p. 100
2 ^o Petite culture	1 à 10	2 610 000	11 240 000	66 —
3 ^o Moyenne culture.	10 à 40	710 000	14 310 000	23 —
4 ^o Grande culture.	plus de 40	138 000	22 500 000	3 —
Totaux.		5 688 000	49 370 000	

Il y aurait donc lieu de se préoccuper du matériel destiné aux petites et aux moyennes exploitations, qui peuvent aujourd'hui utiliser avantageusement certaines machines en ayant recours à l'association au sujet de laquelle nous reviendrons plus loin.

L'inventeur et le constructeur trouvent difficilement la rémunération de leurs travaux dans la fabrication du matériel agricole destiné aux petites fermes; la vente en est assez difficile et doit se faire par un intermédiaire de la localité, quincaillier, forgeron ou maréchal, tout en laissant aux acheteurs de grandes facilités de paiement, qui se traduisent toujours par une augmentation correspondante du prix d'achat (1).

Au point de vue des résultats de leur emploi, les machines agricoles peuvent se diviser en deux groupes : le premier comprendrait celles qui ont

(1) Disons que, dans cet ordre d'idées, les syndicats agricoles et les caisses de crédit agricole peuvent rendre d'inappréciables services. — Au 1^{er} janvier 1904 on comptait 2 600 syndicats agricoles en France, 930 caisses locales de crédit agricole comprenant 36 000 associés et, dans les cinq dernières années, les prêts consentis se sont élevés à 74 millions de francs.

D'après le *Bulletin de l'Office du Travail* (août 1905), au 1^{er} janvier 1905, les syndicats agricoles (qui avaient fait leur déclaration prévue par la loi du 21 mars 1884) étaient au nombre de 3 116 avec 659 953 adhérents, alors qu'au 1^{er} janvier 1904 il n'y en avait que 2 592 avec 620 048 adhérents. Il y a donc eu, en 1905, une augmentation de 524 syndicats et de 39 905 adhérents.

Les départements où l'on comptait plus de 100 syndicats agricoles sont : Indre-et-Loire, 125 syndicats; Haute-Savoie, 113; Isère, 112; Doubs, 109.

Il y avait plus de 10 000 adhérents aux syndicats agricoles dans les départements suivants : Sarthe, 26 392 syndiqués; Seine, 25 654; Rhône, 18 356; Marne, 17 909; Isère, 14 790; Indre-et-Loire, 14 494; Saône-et-Loire, 13 434; Vienne, 13 340; Ille-et-Vilaine, 13 047; Ain, 12 926; Charente-Inférieure, 12 974; Charente, 12 699; Loiret, 12 422; Maine-et-Loire, 10 698; Deux-Sèvres, 10 655; Vosges, 10 086; Yonne, 10 023.

Le nombre de femmes adhérent aux syndicats agricoles était de 10 091.

47 unions de syndicats agricoles avaient fait, au 1^{er} janvier 1905, le dépôt prévu par la loi du 21 mars 1884, contre 43 au 1^{er} janvier 1904.

Le Syndicat central des agriculteurs, fondé le 7 juin 1884, groupe 12 208 adhérents; l'Union centrale des syndicats des agriculteurs de France, qui s'étend sur tout le pays, groupe

pour but d'abaisser le prix de revient des travaux, par la diminution de la main-d'œuvre nécessaire (faucheuses, moissonneuses, arracheurs, batteuses, etc.); le second comprenant les machines qui ont pour objectif de perfectionner le travail proprement dit (semoirs et houes, par exemple); c'est ce second groupe qui intéresse plus particulièrement la petite culture, les machines du premier groupe étant réservées aux grandes exploitations.

Les machines se répandent plus facilement chez les fermiers que chez les propriétaires; ces derniers vivent souvent hors du domaine, se soucient peu de modifications ou de donner l'exemple, craignant de mécontenter les populations dont ils sollicitent un mandat électif quelconque. Il y a pourtant un grand avenir pour les machines dans les pays de métayage, surtout si la gérance du domaine est entre les mains d'un homme ayant l'instruction technique nécessaire. Rappelons que de toutes parts on se plaint précisément de la diminution du nombre des travailleurs par métairie (1), et qu'on a cherché s'il n'y avait pas lieu de réduire leur étendue qui était autrefois en relation avec le nombre d'individus constituant la famille rurale; il est plus que probable, qu'en maintenant la même surface et les mêmes constructions rurales par métairie, on rétablira l'équilibre en remplaçant, dans un avenir prochain, le personnel absent par un certain nombre de machines appropriées à ces conditions culturales.

D'une façon générale le fermier a une comptabilité bien mieux tenue que celle de son propriétaire: il exploite à ses risques et périls et sait qu'il doit payer à l'époque déterminée une somme prélevée sur ses recettes; il cherche donc à augmenter ses récoltes et à diminuer leur prix de revient.

Lorsque des manufacturiers ou des commerçants deviennent agriculteurs, et surtout propriétaires, ils emploient très rapidement toutes les machines nécessaires, apportant en culture leur esprit et leur méthode de travail industriel ou commercial; mais bien souvent ils commettent des erreurs dues à leur ignorance de certaines règles d'agriculture et surtout à ce qu'ils ne sont pas habitués à compter avec le climat et les intempéries, qui déjouent de nombreuses prévisions, ni surtout avec la longue durée nécessaire à chaque essai, durée qui énerve l'industriel habitué à des solutions promptes.

1 100 syndicats agricoles, réunissant 330 000 membres. Parmi les unions régionales, citons: l'Union du Sud-Est à Lyon, qui groupe 325 syndicats agricoles et plus de 90 000 membres; l'Union des syndicats agricoles des Alpes et de Provence avec 170 syndicats affiliés.

L'Hérault possédait 64 syndicats d'ouvriers agricoles, travailleurs de la terre et similaires. L'Aude en avait 69. Il existait aussi 49 syndicats d'ouvriers bûcherons et agricoles dans le Cher; la Fédération nationale des syndicats de bûcherons, à la Guerche-sur-l'Aubois (Cher), groupe 82 syndicats et plus de 12 000 membres; ces unions doivent se fédérer pour former un vaste groupement sous le nom d'*Union fédérale terrienne*.

(1) Voir ce que nous disions dans le § B, p. 1026-1027.

L'emploi des machines en agriculture nous conduit d'une façon toute naturelle à dire ici quelques mots au sujet des *accidents* dont les ouvriers peuvent être victimes à l'occasion de leur travail.

Dès 1894 nous avons été chargés par le Ministre de l'Agriculture d'une étude de la question ; on trouvera notre rapport dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* de 1897 ; nos conclusions furent approuvées et eurent pour conséquence l'ouverture à Paris, en 1898 et en 1899, de concours d'appareils préventifs des accidents occasionnés par les machines à battre et par les hachepaille ; c'était le commencement du programme admis par l'Administration de l'Agriculture qui fut bientôt obligée d'y renoncer à la suite de la promulgation de la loi du 30 juin 1899.

Rappelons que la loi du 12 juin 1893 sur la protection des ouvriers dans les ateliers, les chantiers et manufactures, ainsi que les lois antérieures, ne visaient pas les travaux agricoles ; qu'en Allemagne la loi du 6 juillet 1884, appliquée le 1^{er} décembre 1885 (assurance obligatoire) a été étendue successivement à l'agriculture, aux employés des travaux de l'État, à l'armée, à la marine et aux agents forestiers ; qu'en Autriche, la loi de 1883 ne s'applique pas aux travaux agricoles ; qu'en Angleterre, depuis le 1^{er} août 1879 il y a un règlement concernant les machines à battre ; enfin citons les vœux émis aux Congrès internationaux de Berne (1901) et de Milan (6 octobre 1904) sous la présidence de M. Linder, et la thèse défendue par MM. Cheysson et Luzzati faisant triompher l'École latine contre les idées de l'École germanique.

La loi française, après avoir fait pendant plus de vingt ans la navette entre la Chambre des Députés et le Sénat, fut votée rapidement, à la fin d'une législature, et promulguée le 9 avril 1898 pour être appliquée dès l'année suivante sous la forme de la loi du 30 juin 1899.

L'étude de cette loi, dans ses rapports avec l'agriculture, a été faite par MM. G. et E. Emion, docteurs en droit, rédacteurs au *Journal d'Agriculture pratique*, auxquels nous empruntons ce qui suit :

« Nous allons d'abord déterminer, dit M. G. Emion, quels sont les patrons qui sont, en principe, responsables des accidents arrivés « par le fait du travail ». Ce ne sont pas, en effet, tous les ouvriers sans exception qui bénéficient de la loi du 9 avril 1898, mais seulement ceux appartenant à certaines industries que nous trouvons énumérées dans l'article premier, ainsi conçu :

« Les accidents survenus par le fait du travail ou à l'occasion du travail aux ouvriers et employés occupés dans l'industrie du bâtiment, les usines, manufactures, chantiers, les entreprises de transport par terre et par eau, de chargement et de déchargement, les magasins publics, mines, minières, carrières et, en outre, dans toute exploitation ou partie d'exploitation dans laquelle il est fait usage d'une machine mue par une force autre que celle

de l'homme ou des animaux, donnent droit, au profit de la victime ou de ses représentants, à une indemnité à la charge du chef d'entreprise, à la condition que l'interruption de travail ait duré plus de quatre jours. »

« Ainsi, les ouvriers qui n'appartiennent à aucune des industries ci-dessus énumérées, ne peuvent pas invoquer, contre leurs patrons, en cas d'accident, les dispositions de la loi de 1898. Pour eux, c'est le droit commun des articles 1382 et suivants du Code civil (1), qui est beaucoup moins favorable aux ouvriers que la loi précitée, puisque celui d'entre eux qui ne peut se prévaloir de cette dernière ne peut obtenir une indemnité de son patron, qu'autant qu'il établit qu'une faute de celui-ci a été la cause de l'accident.

« Passons à la loi du 30 juin 1899, spéciale à l'agriculture, et par laquelle le législateur a voulu mettre fin aux controverses qui s'étaient élevées sur la question de savoir si les mots « toute exploitation » de la loi de 1898 visaient aussi bien les exploitations agricoles que les exploitations industrielles. La loi de 1899 tranche la question et, en même temps, indique dans quelles limites la responsabilité professionnelle existe dans les travaux agricoles. Cette loi dispose que « les accidents occasionnés par l'emploi de machines agricoles *mues par des moteurs inanimés* et dont sont victimes, par le fait ou à l'occasion du travail, les personnes, quelles qu'elles soient, occupées à la conduite ou au service de ces moteurs ou machines, sont à la charge de l'exploitant dudit moteur. Est considéré comme exploitant, l'individu ou la collectivité qui dirige le moteur ou le fait diriger par ses préposés. » Et la loi ajoute « qu'en dehors du cas ci-dessus déterminé, la loi du 9 avril 1898 n'est pas applicable à l'agriculture ».

« En résumé, la responsabilité professionnelle n'existe que pour les accidents occasionnés par l'emploi de machines agricoles mues par des moteurs inanimés et seulement au profit des personnes occupées à la conduite ou au service de ces moteurs ou machines, qu'elles le soient, du reste, habituellement ou par hasard. Cette responsabilité réside, non pas en la personne du chef de l'exploitation agricole, mais en celle de l'exploitant du moteur.

« On peut poser en principe, dit M. E. Émion, que le chef d'une exploitation agricole n'est responsable des accidents survenus à ses domestiques ou à ses

(1) « Tout fait quelconque de l'homme qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé, à le réparer. » (Art. 1382.)

« Chacun est responsable du dommage qu'il a causé, non seulement par son fait (faute), mais encore par sa négligence ou son imprudence. » (Art. 1383.)

Tel est le principe général de la responsabilité civile ou pécuniaire applicable dans tous les cas, sauf ceux prévus par les lois de 1898 et 1899 dont nous nous occupons ; mais pour que la victime de l'accident ait droit à une indemnité, il faut que le propriétaire de la machine *soit en faute, quelque légère que soit cette faute*. Il est responsable, dit l'article 1383, même dans l'hypothèse où il n'a à se reprocher que de la négligence ou de l'imprudence. Mais s'il y a simplement *cas fortuit* ou *force majeure*, sa responsabilité n'est plus engagée, et la victime ne peut prétendre à aucun dédommagement.

ouvriers que dans les conditions du droit commun, c'est-à-dire qu'autant que la victime de l'accident (ou ses héritiers, s'il y a eu mort) établit que cet accident est dû à la faute du patron. Si cette preuve, qui est à la charge de la victime, ou de ses héritiers, n'est pas faite, le patron, le chef de l'exploitation agricole, n'est pas responsable.

« Il n'y a qu'un seul cas où il en est autrement. Pour que ce cas existe, il faut la réunion des trois conditions suivantes :

« 1^o Que les accidents soient occasionnés par l'emploi de machines agricoles mues par des moteurs inanimés; 2^o qu'ils atteignent les personnes, quelles qu'elles soient, occupées à la conduite ou au service de ces moteurs ou machines; 3^o que le cultivateur dirige le moteur ou le fasse diriger par ses préposés.

« Si une seule de ces conditions vient à manquer, on rentre dans le droit commun, c'est-à-dire non-responsabilité de l'agriculteur, à moins qu'il n'ait lui-même commis une faute qui a occasionné l'accident (articles 1382 et 1383 du Code civil, cités précédemment).

« Si les trois conditions indiquées ci-dessus se trouvent réunies, le cultivateur est responsable dans les limites de la loi du 8 avril 1898, à moins qu'il ne prouve que la victime a intentionnellement provoqué l'accident, auquel cas sa responsabilité n'est pas engagée.

« C'est ce qui résulte de la loi du 30 juin 1899.

« Pour mieux faire ressortir ces règles, donnons quelques exemples :

« 1^o Un ouvrier est pris par un agriculteur pour secouer les chênes de façon à faire tomber les glands. Cet ouvrier tombe de l'arbre et se casse la cuisse. Le cultivateur n'est pas responsable.

« 2^o Une domestique, en fermant une barrière en fer à deux vantaux, se pince et s'enlève le bout du doigt. Le maître n'est pas responsable.

« 3^o Un domestique reçoit un coup de pied de cheval et meurt des suites de sa blessure. — Pas de responsabilité du maître.

« 4^o Un domestique, en battant des récoltes avec une machine *mue par des chevaux*, se fait prendre un bras et l'amputation est nécessaire. — Le maître n'est pas responsable. — Mais il en serait autrement, et sa responsabilité serait engagée, si le même accident avait été occasionné par une machine mue *par un moteur inanimé*, par exemple une batteuse à vapeur, ou à pétrole, ou électrique (1).

« 5^o Un bouverier reçoit un coup de corne qui lui fait perdre un œil. — Ici encore pas de responsabilité du patron.

« Rappelons toutefois que si, dans les cas précédents, la victime pouvait

(1) Il y a là, comme on le voit, une anomalie frappante; dans les deux cas l'ouvrier a été amputé et les conséquences traumatiques de l'accident sont les mêmes pour lui, alors que les réparations financières sont différentes, comme si les animaux au manège devaient prévoir l'accident et s'arrêter avant qu'il ait lieu.

établir que l'accident n'est arrivé que par suite d'une faute du maître, celui-ci serait alors responsable.

« La solution de toutes ces questions est certaine. Voyons maintenant d'autres cas qui peuvent sembler plus douteux.

« 6° Un cultivateur loue une batteuse à moteur inanimé. Il le dirige lui-même ou le fait diriger par un ouvrier ou un domestique. Le moteur blesse soit la personne attachée à la direction, soit toute personne coopérant au travail que fait la machine. — Ici les trois conditions exigées par la loi sont réunies, et le cultivateur est responsable.

« 7° Le cultivateur loue la même batteuse. Mais c'est le loueur qui dirige lui-même la machine ou la fait diriger par un de ses hommes. Un accident survient à l'un des domestiques du cultivateur, qui aide au travail. Dans ce cas, ce n'est plus le cultivateur, mais le loueur qui est responsable.

« 8° L'accident arrive à un domestique du cultivateur qui passait près de la machine, sans prendre part au travail qu'accomplit celle-ci. — Ici il n'y a responsabilité ni du cultivateur ni du loueur.

« Nous croyons que ces exemples suffisent à bien déterminer la portée de la loi. Il est permis de poser en principe que le cultivateur n'est pas responsable des accidents du travail survenus à ses domestiques ou ouvriers. Il ne l'est que dans un cas, et ce cas n'existe que lorsqu'il y a réunion des trois conditions énoncées plus haut.

« Il est à peine besoin d'ajouter que si, en droit strict, le cultivateur n'est tenu d'aucune obligation envers ses domestiques ou ouvriers blessés, il reste libre de prendre à sa charge les frais de médecin ou de donner à la victime et à sa famille des secours, s'il croit devoir le faire, en raison des services rendus ou de la détresse dans laquelle l'accident a plongé cette famille. »

L'application de la loi de 1899 a eu pour effet de restreindre le nombre de moteurs inanimés appartenant aux agriculteurs, ces derniers ayant intérêt à avoir recours à un entrepreneur quelconque (particulier ou société) sur lequel retombe toute la responsabilité; c'est ainsi que les manèges, délaissés pour les moteurs à vapeur et à pétrole, sont de nouveau installés dans les fermes.

Disons que la loi allemande de 1884 semble avoir donné une série de mécomptes : la progression des accidents a été très rapide comme l'indiquent les chiffres suivants :

Années.	Accidents indemnisés.	Nombre de morts.
1886.	9 723	2 422
1890.	26 403	»
1894.	32 797	»
1898.	44 881	»
1900.	51 647	5 108
1901.	55 525	»
1902.	57 244	4 572

En Alsace (1), rien que pour ce qui concerne l'industrie des textiles, les accidents ont augmenté depuis l'application de la loi allemande de 1884 qui rend difficile la discipline des ateliers, car, d'un côté, l'ouvrier obligatoirement assuré est insouciant des mesures et des appareils préventifs (qu'il enlève souvent) et, d'un autre côté, le patron et le chef d'atelier, en règle avec les exigences de la loi, n'ont plus d'inquiétude au sujet des accidents qui peuvent arriver à leur personnel : ils se bornent à prévenir la corporation ou l'autorité locale et l'affaire suit son cours prévu sans qu'ils aient à intervenir. Enfin M. Pierron montre que sur 1200 ouvriers indemnisés à la suite des accidents du travail, près des deux tiers gagnent, *en plus de la rente*, le même salaire qu'autrefois. Il ne faut pourtant pas conclure de ce qui précède que l'assurance obligatoire a pour effet d'encourager les accidents, mais qu'elle rend insouciant les exploitants comme les ouvriers.

En France, en 1902, le total des accidents déclarés était de 223 286 ; en 1903 il était de 212 733 ; ces chiffres se décomposent de la façon suivante :

	1902.	1903.
Morts.	1 445	1 319
Incapacité permanente.	3 970	4 017
Incapacité temporaire de plus de 4 jours.	213 947	204 438
Suites inconnues.	3 924	2 939
Totaux.	223 286	212 733

Si l'on détaille les chiffres de la statistique de 1903 (Ministère du Commerce), on obtient les résultats suivants :

Le travail des métaux vient en tête et a donné lieu à 42 955 accidents.

Viennent ensuite :

Les manutentions et transports.	32 215
Les travaux de terrassements et de pierre.	29 889
La métallurgie.	15 750
L'industrie du bois.	13 470
Les industries textiles.	14 618
— alimentaires.	13 159
Commerce, banque.	12 935

C'est la taille des pierres précieuses qui occasionne le minimum d'accidents, 57.

Par contre, les services de l'État, des départements et des communes ont donné lieu au chiffre très élevé de 2 420 accidents.

Pour ce qui concerne l'agriculture et les industries s'y rattachant immédiatement, on a les chiffres suivants (1903) :

(1) Pierron, *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, mars 1896.

Tome 107. — Décembre 1903.

	Morts.	Blessés.	Totaux.
Agriculture et forêts.	30	193	223
Sucreries et raffineries	10	112	122
Distilleries.	15	113	128
Brasseries et malteries	16	106	122
Meuneries et minoteries.	29	122	151
Autres industries de l'alimentation. .	13	208	221
Totaux.	113	854	967

La loi du 31 mars 1905 a apporté une retouche aux lois de 1898 et de 1899; elle dit que tout accident défini par la loi de 1899, et qui cause une interruption de travail *de plus de quatre jours*, donne droit à une indemnité à l'ouvrier qui en est victime, ou à ses représentants.

Pour une *incapacité permanente absolue*, l'ouvrier a droit à une *rente* annuelle égale aux deux tiers de son salaire annuel (au moment de l'accident). Si l'*incapacité permanente* n'est que *partielle*, l'indemnité n'est que de la moitié de la réduction de salaire causée par l'accident.

Pour une *incapacité temporaire* de plus de quatre jours, l'ouvrier a droit à une indemnité journalière de la moitié de son salaire, jusqu'à la reprise de son travail.

Si l'ouvrier est tué ou s'il meurt des suites de l'accident, une *pension* est due au conjoint survivant; elle est égale à 20 p. 100 du salaire annuel. De plus, il est dû aux enfants, s'il leur reste un de leurs parents et s'ils sont âgés de moins de seize ans, une pension de 15 p. 100 du salaire annuel s'il n'y en a qu'un, de 25 p. 100 s'il y en a deux, de 35 p. 100 s'il y en a trois, de 40 p. 100 s'il y en a quatre ou plus de quatre. Cette indemnité est augmentée s'il ne leur reste plus aucun parent; elle est alors de 20 p. 100 du salaire annuel pour chacun d'eux, sans que le total de ces rentes puisse dépasser 60 p. 100 de ce salaire.

A défaut de conjoint et d'enfants, les ascendants ou descendants qui sont à la charge de l'ouvrier mort de l'accident ont droit à une pension de 10 p. 100 du salaire annuel, mais seulement jusqu'à l'âge de seize ans pour les descendants, sans que le total de ces pensions puisse excéder 50 p. 100 du salaire annuel.

Les frais médicaux, de pharmacie et de funérailles, sont à la charge de l'exploitant responsable; la victime peut obtenir qu'on lui verse en espèces le quart au plus du capital constitutif de la rente qui lui est due.

Tout accident doit être déclaré à la mairie dans les quarante-huit heures, par la personne qui en est responsable; et si, dans les six jours qui suivent cet accident, l'ouvrier blessé n'a pas repris le travail, la même personne doit déposer à la mairie un certificat de médecin relatant l'état de la victime, le tout à peine de 1 à 15 francs d'amende, et plus en cas de récidive.

Toute convention contraire à la loi, survenue entre l'ouvrier et l'exploitant, est nulle de plein droit.

La responsabilité en cas d'accident du travail est très lourde pour le patron; mais le législateur a permis au chef d'entreprise de se décharger pendant les 30, 60 ou 90 premiers jours qui suivent l'accident, des frais de maladie et d'indemnité temporaire, ou partie de cette indemnité, s'il a affilié ses ouvriers à une société de secours mutuels en prenant à sa charge une part de cotisation, et à condition que cette société assure à ses membres, en cas de blessure, pendant 30, 60 ou 90 jours les soins médicaux et pharmaceutiques, ainsi qu'une indemnité journalière.

À côté de ces règles essentielles en matière d'accidents et que doit connaître tout chef d'exploitation agricole, voyons les moyens dont il dispose pour se décharger au moins partiellement; il peut avoir recours à :

La Caisse nationale instituée par la loi du 24 mai 1899;

Aux compagnies anonymes;

Aux sociétés d'assurances mutuelles;

Aux syndicats de garantie.

La Caisse nationale (1) est particulièrement recommandable pour ce qui concerne les accidents occasionnés par les batteuses; elle consent des assurances par journée *déclarée d'avance*. La prime à payer est fixée à forfait; elle est de 2 francs par jour et par machine, indépendante de la puissance du moteur et du nombre d'ouvriers occupés au chantier de battage; la prime est versée chez le percepteur de la commune qui en reçoit la déclaration. Le propriétaire du moteur se met ainsi à couvert pour tous accidents dont peuvent être victimes toutes les personnes, quelles qu'elles soient, occupées au travail de la batteuse.

Comme on le voit, ce règlement est favorable aux grandes machines, employant un grand nombre d'ouvriers, c'est-à-dire, en définitive, aux chantiers où il y a précisément le plus de chances d'accidents. En tous cas cette dépense de 2 francs se traduit par une augmentation insignifiante des frais de battage avec les fortes machines (1 à 2 centimes par quintal de blé battu).

La Caisse nationale admet aussi, pour toutes exploitations agricoles ou forestières comportant des moteurs, les assurances contre les accidents ayant entraîné la mort ou une incapacité permanente dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire par polices annuelles; la prime varie de 6 francs à 6 fr. 48 par

(1) Pour contracter une assurance à la Caisse nationale, ou prendre des renseignements, on doit s'adresser, à Paris : à la Caisse des dépôts et consignations, 56, rue de Lille; chez le receveur central de la Seine, 16, place Vendôme; chez les receveurs-percepteurs des contributions directes ou les receveurs des postes.

Dans les départements, s'adresser : aux trésoriers généraux, receveurs particuliers des finances, percepteurs et receveurs des postes.

100 francs de salaires assurés, suivant qu'elle assure uniquement les rentes à servir aux victimes, ou qu'elle garantit en outre les indemnités journalières, frais médicaux, pharmaceutiques et funéraires.

Les compagnies anonymes présentent trois sortes d'assurance :

a) Une assurance à terme dont la prime est calculée en tant pour cent sur la somme des salaires évaluée approximativement par l'assuré au moment où il contracte l'assurance. A l'arrivée du terme de son assurance, si le total des salaires a été supérieur au chiffre déclaré, l'assuré paie un supplément; si ce total est inférieur, au contraire, la compagnie lui tient compte, ou lui rembourse ce qu'il a payé en trop.

b) Une assurance à forfait consistant en une somme fixe et invariable pendant toute la durée du contrat; cette somme est généralement évaluée par hectare, bien qu'à surfaces égales deux exploitations puissent présenter des risques différents.

c) Une assurance mixte par laquelle les compagnies assurent et contre le recours des ouvriers fondé sur la loi du 9 août 1898, et contre celui fondé sur l'article 1382 du Code civil, pour tout dommage causé. La prime à payer est très élevée, car devant, en vertu de l'article 1382, couvrir son assuré pour tous dommages causés par son fait ou par ses préposés sur son exploitation, que ce soit avec des machines à moteurs inanimés ou autrement, la compagnie en profite pour assurer à un taux élevé contre bien des dangers très problématiques.

Les assurances *b* et *c* ne doivent pas être conseillées à nos agriculteurs qui ne peuvent utiliser que l'assurance *a*.

Il est préférable d'avoir recours aux sociétés d'assurances mutuelles qui, ne cherchant pas à réaliser des bénéfices, peuvent baisser les taux de leurs primes; mais il convient d'être certain qu'elles disposent du capital suffisant pour faire face à leurs engagements, sinon l'assuré risque d'être plus ou moins à découvert.

Les syndicats de garantie (qui, malheureusement, n'ont encore été appliqués qu'à l'industrie) sont des sociétés mutuelles d'assurances non astreintes à constituer des réserves, et dont les membres sont liés solidairement pour le paiement des indemnités, sans que leur responsabilité soit limitée, comme dans les mutuelles, par le maximum de cotisation.

Dans cette *Introduction*, nous ne pouvons insister sur la répartition des machines agricoles, pour laquelle il faut tenir compte de l'étendue moyenne des domaines, du mode de culture et des ressources de l'exploitation. Tel genre de machines employé dans une région peut très bien ne pas convenir à d'autres; ainsi, par exemple, les machines à battre mues par un manège à plan incliné

sont excellentes pour la petite et pour la moyenne culture des régions du Nord et du Centre, mais ne peuvent convenir aux fermes du midi de la France, qui ne disposent que de mulets ou de chevaux dont le poids est trop faible pour un tel travail, car si l'on considère les résistances passives de la machine, il reste une puissance disponible trop petite pour l'utilisation économique des moteurs.

Les machines doivent en quelque sorte se plier aux conditions culturales : il n'y a donc pas, dans chaque groupe, une machine-type capable d'être utilisée partout, du Nord au Midi, mais bien un certain nombre de modèles qui donnent chacun d'excellents résultats dans des conditions bien déterminées. Le nombre des types de machines tend donc à s'accroître : il s'en crée continuellement pour répondre aux nouveaux besoins de la culture, et qui sait ce que nous réserve l'avenir, dans cet ordre d'idées, pour les applications agricoles des nouvelles découvertes de la science ?

Nous aurons l'occasion, dans la suite, de donner certains chiffres relatifs à l'état numérique du matériel français, en les tirant autant que possible de la statistique officielle de 1892. Mais, à côté des chiffres généraux, il nous a semblé intéressant de chercher ceux qui sont applicables à des conditions déterminées de culture, qui sont elles-mêmes liées à la nature du sol ; la Géologie permet ainsi de déterminer l'aire d'emploi de chaque type de machines agricoles ; dans ce but nous avons demandé à notre collègue, M. Hitier, de nous classer quelques départements d'après leur région géologique afin d'opérer sur des groupes qui présentent une certaine homogénéité :

Terrains prédominants.	Provinces.	Départements.	Cultures et spé- culations prédominantes.
A. — Terrains anciens, granites et gneiss. . . .	Limousin.	Haute-Vienne. . .	Prairies naturelles, quelquefois irriguées ; élevage.
	Plateau central. . .	Corrèze.	
	Bretagne.	Finistère. Morbihan.	
B. — Marnes du Lias. . .	Auxois.	Yonne.	Herbages, élevage et engraissement des bêtes bovines.
	Charolais.	Saône-et-Loire. . .	
	Bazois.	Nièvre.	
C. — Calcaires jurassiques.	Berry.	Cher. Indre.	Exploitation des moutons.
	Bourgogne.	Côte-d'Or (avec vignobles) . . .	
	Causses.	Aveyron. Lozère.	
D. — Sables pliocènes. . .	Médoc.	Gironde.	Vignobles.
	Bas-Languedoc. . .	Hérault. Gard.	
		Aisne.	
E. — Limon des plateaux.	Flandre, Artois et Picardie. . .	Nord.	Céréales, betteraves, prairies artificielles.
		Pas-de-Calais. . .	
		Somme. Oise.	

Nous pouvons donner, pour ces divers départements pris comme types, les chiffres généraux relatifs à la répartition de leur territoire en terres labourées, en vignes, en prairies naturelles et en herbages pâturés d'une façon permanente :

RÉPARTITION DU TERRITOIRE (1892)

DÉPARTEMENTS.		SUPERFICIE (EN HECTARES).					
		TOTAUX.	CULTIVÉE.	TERRES labourées.	VIGNES.	PRAIRIES naturelles.	HERBAGES, pâturés permanents.
A. — Terrains anciens, granite et gneiss.	Haute-Vienne.	551 600	470 200	269 700	200	100 000	29 200
	Corrèze. . . .	586 600	417 100	175 200	8 200	84 500	28 600
	Finistère . . .	672 000	416 500	321 800	»	46 900	8 000
	Morbihan. . . .	679 800	410 500	276 400	1 500	71 400	6 200
	TOTAUX.	2 490 200	1 714 300	1 043 100	9 900	302 800	72 000
B. — Marnes du Lias.	Yonne.	742 800	700 400	436 200	34 200	30 500	5 000
	Saône-et-Loire.	855 200	794 500	432 000	26 100	143 300	38 200
	Nièvre.	681 600	645 200	328 900	11 000	83 500	20 200
	TOTAUX.	2 279 600	2 140 100	1 217 100	71 300	257 300	63 400
C. — Calcaires jurassiques.	Cher.	719 900	666 500	433 000	10 600	72 000	13 000
	Indre.	679 500	620 200	439 700	15 900	57 800	16 100
	Côte-d'Or. . . .	876 100	810 100	446 600	24 600	63 200	16 600
	Aveyron.	874 300	592 800	334 900	15 100	75 500	37 500
	Lozère.	517 000	351 500	138 900	1 100	42 400	89 500
	TOTAUX.	3 666 800	3 041 100	1 793 100	67 300	310 900	172 700
D. — Sables pliocènes.	Gironde.	944 000	799 200	208 700	136 500	83 300	8 500
	Hérault.	619 800	408 000	110 500	171 200	13 000	8 900
	Gard.	583 500	420 600	139 400	55 200	14 400	15 200
	TOTAUX.	2 147 300	1 627 800	458 600	362 900	110 700	32 600
E. — Limon des plateaux.	Aisne.	735 200	695 200	503 200	2 900	36 900	35 800
	Nord.	568 000	524 900	370 300	»	43 600	61 200
	Pas-de-Calais.	660 500	619 800	525 000	»	20 600	23 000
	Somme.	616 100	571 600	488 900	»	12 300	17 800
	Oise.	585 500	552 900	400 700	200	22 200	18 500
	TOTAUX.	3 165 300	2 964 400	2 288 100	3 100	135 600	156 300
TOTAUX pour la France. . .		52 857 000	44 241 000	25 771 000	1 800 000	4 402 000	1 810 000

Il y a encore, dans notre pays, une étendue notable cultivée en billons ou sur des pentes trop raides pour permettre le fonctionnement des machines; ces dernières se répandent surtout dans les pays plats, c'est-à-dire dans ceux où les communications nombreuses rendent les transports faciles, ce qui est surtout intéressant pour ce qui concerne les pièces de rechange des machines que l'agriculteur demande toujours au dernier moment. Il y a aussi à considérer l'influence du mode de culture et l'étendue des champs, dont certaines parcelles sont si petites qu'on ne peut les travailler économiquement avec les machines; cela explique pourquoi on s'occupe beaucoup du *remembrement* des propriétés.

Les dimensions des champs rendent souvent impossible l'emploi des machines: le périmètre d'une parcelle règle les frais de détournement pour le travail de la moissonneuse, et ces frais sont d'autant plus importants que la longueur du périmètre est élevée relativement à la surface du champ; en général, plus une terre est riche, plus elle a de valeur et plus elle se morcelle.

Le morcellement entraîne des servitudes de passage qui sont l'origine d'un grand nombre de contestations et de procès; il empêche le passage des machines et des véhicules sur les champs voisins qui sont soumis à une autre culture; il oblige le propriétaire à suivre l'assolement admis dans le pays et s'oppose à toute modification et toute amélioration.

La plupart de nos champs sont exigus car les terres imposables de France sont divisées en près de 1 500 000 parcelles, dont la surface moyenne ressort ainsi à 25 ares! A la Société Nationale d'Agriculture (12 avril 1899), notre confrère M. J. Bénard nous a montré que dans la commune de Coupvray, en Seine-et-Marne, la surface moyenne des parcelles est d'un peu plus de 4 ares!

Dans cet ordre d'idées on a proposé de fixer, par une loi, le minimum de divisibilité des champs appartenant à la catégorie des terres arables, mesure inutile qui porterait atteinte au droit de propriété.

La réunion des parcelles est une très grosse question qui fait l'objet, dans certains pays, d'une législation spéciale (1). Déjà, en 1866, dans son livre : *l'Enquête agricole en Alsace*, M. Tisserand donnait la législation en vigueur en Saxe et citait les résultats obtenus dans une commune de ce pays par une opération de remembrement :

(1) Voir les études sur cette question : Voiteulier, *Améliorations de l'exploitation du sol en France*, Meaux, 1899. — Max Le Couppey de la Forest : *Une réunion territoriale dans les pays de Prusse*; *Annales de l'Institut National Agronomique*, tome XVI, années 1897-1900; Faure, Marchon et Le Couppey, *Mémoire à la Société Nationale d'Agriculture*, 19 mars 1902. — Dans le grand-duché de Luxembourg, la loi du 26 juin 1876 permet l'échange des propriétés immobilières non bâties, moyennant la perception d'un droit insignifiant de 0 fr. 20 pour 100 francs.

« Le territoire de cette commune, Hohenhaïda, comprenait 589 hectares appartenant à 35 propriétaires; on y comptait 774 parcelles. La réunion en réduisit le nombre à 60, traversées à peu près toutes par un chemin; le travail a été exécuté en un an et a coûté 3 126 fr. 25, soit 5 fr. 23 par hectare; par la diminution de la surface consacrée aux routes, chemins et clôtures, on a gagné 9 hectares 71 ares 58 centiares, c'est-à-dire plus que la dépense de l'opération. »

On ne peut malheureusement citer qu'un tout petit nombre de remembrements, avec tracés de nouveaux chemins d'accès, effectués en France dans ces dernières années, mais nous savons que la nouvelle Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles s'intéresse très vivement à cette importante question.

Pour ce qui concerne l'emploi d'une machine, une personne peut l'acheter pour son propre usage (cas des propriétaires et des fermiers ayant une étendue suffisante ou une quantité suffisante de produits à travailler pour justifier l'emploi économique de la machine) ou pour en faire la location (cas des entrepreneurs de défoncements, de battages, de compression des fourrages, d'épuisements, de concassage, etc., effectuant le travail dans des conditions très variables, débattues entre les parties). En dernier lieu une machine peut être achetée par une réunion de personnes qui se proposent de l'employer et même de la louer dans certaines conditions.

Comme on nous a demandé souvent des renseignements détaillés sur l'organisation de ces associations d'achat et d'emploi des machines agricoles, nous croyons utile d'indiquer ici les différents règlements que nous connaissons.

Sur les conseils de M. Charles Maréchal, alors professeur départemental d'agriculture et de M. Chabé, instituteur à Wanquetin (Pas-de-Calais), six agriculteurs de la commune se sont associés, en septembre 1897, pour l'acquisition d'un trieur qui fut payé par eux par parts égales; le trieur était destiné à leur usage personnel et à être prêté à tout demandeur dans des conditions portées au règlement ci-dessous :

Article Premier. — Le trieur est prêté à toute personne qui le demande.

Art. 2. — Toute demande doit être faite au moins 24 heures à l'avance.

Art. 3. — La priorité est accordée à toute demande faite par un associé dans les délais précités.

Art. 4. — La même personne ne peut garder le trieur plus d'une journée quand il y a demandeur.

Art. 5. — Le prix de location, qui sera aussi payé par les associés, est fixé ainsi : une journée 2 fr. 50; trois quarts de journée 2 francs; une demi-journée 1 fr. 50 et un quart de journée ou fraction de quart 1 franc. (Le temps se compte de la sortie à la rentrée du trieur.)

Art. 6. — Le produit total de la location, déduction faite des frais d'entretien et autres, est arrêté et partagé chaque année vers la fin de décembre également entre tous les associés.

Art. 7. — Tout associé qui pour un motif quelconque demande à se retirer de l'association a droit à une fraction représentant sa part de l'avoir de ladite association, part qui lui sera remboursée aussitôt que possible avec le produit de la location.

Art. 8. — M. C... est chargé de l'application du présent règlement auquel il ne pourra être apporté de modification aucune qu'avec l'assentiment de la majorité des associés réunis à cet effet.

Dans la saison du 3 septembre au 14 octobre 1897, le trieur a fonctionné pendant dix-sept jours trois-quarts et a travaillé près de 200 hectolitres de grain; le produit de la location a été de 46 fr. 60.

L'exemple de Wanquetin fut suivi en septembre 1898 dans la commune de Villers-Brûlin (Pas-de-Calais) sur les conseils de l'instituteur, M. Fontaine; voici le règlement de cette association faite en vue de l'achat et de l'emploi d'un trieur :

Les soussignés cultivateurs de la commune de Villers-Brûlin dont la liste est ci-annexée se sont associés pour l'acquisition en commun d'un trieur Marot dont ils ont acquitté le prix, 380 francs. Les susdits ont en outre rédigé et adopté le règlement suivant :

Article Premier. — Le trieur est exclusivement réservé aux cultivateurs de la commune de Villers-Brûlin.

Art. 2. — Les associés pourront trier gratuitement les divers grains dont ils auront besoin pour leur usage.

Art. 3. — Pour mettre de l'ordre dans l'exécution du travail, chaque associé devra s'inscrire chez l'instituteur pour avoir son tour.

Art. 4. — Dans les moments de presse, le même cultivateur ne pourra trier que pendant une demi-journée à la fois et même un quart de journée.

Art. 5. — Lorsqu'on n'aura pas fait usage du trieur au jour ou partie du jour qu'on aura retenu, on ne pourra reprendre son tour qu'après le dernier inscrit.

Art. 6. — Les cultivateurs de la commune qui désireraient faire partie de l'association, le pourront en versant une somme égale à celle payée par les premiers associés, soit 25 francs. Ils acquerront par là tous les avantages des autres sociétaires. Cette somme sera remise entre les mains du délégué de l'Association qui en tiendra compte et en donnera quittance.

Art. 7. — Les associés qui ont supporté les frais d'acquisition de l'instrument ou autres associés ultérieurement auront toujours la priorité pour le triage.

Art. 8. — Afin de permettre à tous de profiter des avantages du triage, les cultivateurs de Villers-Brûlin, non associés, pourront, *lorsque le trieur sera libre*, trier leurs grains moyennant une redevance de 1 franc de l'hectolitre brut. — Pour les ménagers qui n'ont pas de cheval le prix de l'hectolitre brut sera réduit à 0 fr. 50.

Art. 9. — La personne dépositaire du trieur percevra et tiendra compte du prix ci-dessus fixé pour les grains triés par les cultivateurs non associés, dans les conditions indiquées à l'art. 8. — Pour son dérangement le dépositaire aura 0 fr. 25 par hectolitre, le reste sera versé entre les mains du délégué de l'association qui le portera en compte.

Art. 10. — Les associés s'engagent à payer en commun le prix de la location du bâtiment où sera placé le trieur.

Art. 11. — Lorsqu'un associé cessera sa culture, il pourra céder ses droits à un membre de sa famille ou toute autre personne qu'il désignera. En cas de décès un héritier remplacera le sociétaire décédé.

Art. 12. — Dans aucun cas et pour quelque motif que ce soit, on ne pourra exiger le remboursement de la cotisation versée.

Art. 13. — Dans le courant de janvier de chaque année, le délégué rendra compte des sommes qui auront pu être perçues, à la majorité des sociétaires qui désignera l'emploi des fonds.

Art. 14. — Aucune modification au présent règlement ne pourra être faite sans l'avis de la majorité des associés.

Art. 15. — La minute du présent règlement sera déposée à la mairie, une copie sera affichée dans le local affecté au triage, une autre copie sera remise à chaque associé ainsi qu'au délégué et au dépositaire du trieur.

En 1898, la Coopérative agricole de l'Eure publiait le règlement ci-dessous relatif à l'achat et à l'emploi en commun d'une moissonneuse :

Article Premier. — Une moissonneuse à un cheval est mise à la disposition des membres du Syndicat d'Evreux dans le canton de X.

Les demandes devront être adressées au dépositaire qui les classera par ordre de date sur un registre spécial; il les groupera, autant que possible, par pays, afin d'éviter les contre-marches.

Il sera dressé, au début de la campagne, par le dépositaire assisté de deux membres de la Chambre syndicale, un itinéraire fixé d'après les demandes parvenues.

Art. 2. — Les syndiqués devront fournir le cheval, assurer la nourriture du conducteur, s'engageant en outre à conduire la machine au syndiqué qui suivra, pourvu que ce trajet n'excède pas huit kilomètres.

Dans le cas où la machine serait au dépôt, le demandeur viendra l'y chercher, sans que ce déplacement l'exonère de la reconduire chez le suivant, ou bien la ramener au dépôt s'il n'y a pas de demande.

Art. 3. — Il sera perçu pour le travail :

Du blé.	10 fr. 50 l'hectare.
De l'avoine ou de l'orge.	6 fr. 50 —

Ce prix sera payable, dans les trente jours qui suivront le travail, au dépositaire qui en donnera quittance.

Une somme de 2 fr. 50 par hectare sera prélevée sur ce prix pour le paiement du salaire du conducteur. Celui-ci devra fournir l'huile qu'il prendra au dépôt, où elle lui sera livrée au prix de revient.

Art. 4. — Le conducteur sera sous le contrôle et la direction du chef de dépôt; dans aucun cas il ne devra recevoir de l'argent des syndiqués.

Art. 5. — Un livre à souche sera remis au conducteur qui portera la quantité de récolte moissonnée sur la partie à détacher qu'il laissera aux mains du syndiqué, ainsi que sur le talon qu'il lui fera signer.

Art. 6. — Le conducteur n'est autorisé à couper avec sa moissonneuse que du blé, de l'orge et de l'avoine, de sorte qu'il lui est défendu de faucher des fourrages (luzerne, sainfoin, etc.).

Art. 7. — Il lui sera fourni, par les soins de l'Association, toutes les pièces de rechange (sections, rivets, boulons, etc.) dont il pourra avoir besoin.

Il est en outre chargé de l'entretien et de l'affûtage des scies.

Art. 8. — Le conducteur aura droit au repos les dimanches et les jours de fêtes du 14 juillet et du 15 août. Le cultivateur chez lequel il se trouvera pendant ces jours de chômage

devra le nourrir; mais le prix de sa nourriture sera déduit, lors du règlement du cultivateur avec la Coopérative, et supporté par la Coopérative à raison de 1 fr. 50 par dimanche et jour de fête.

Sur l'initiative de M. Guillot, agriculteur à Vismes-au-Val (Somme) un Syndicat acheta, en avril 1897, une loco-batteuse à moteur à pétrole, de Lacroix, au prix de 3 700 francs, dont l'usage fut soumis au règlement suivant :

Article Premier. — Le tarif du battage est fixé à 18 francs le mille, du 15 août 1897 au 15 août 1898. Le 15 août de chaque année, la commission se réunira pour fixer le tarif de la nouvelle campagne.

Art. 2. — La batteuse suivra invariablement l'itinéraire suivant : x... y... z..., et passera trois ou quatre fois dans chaque localité selon les demandes. Le 15 août de chaque année, on tirera au sort le nom de la commune ou du hameau où la batteuse doit se transporter et l'itinéraire continuera en suivant le cycle indiqué plus haut.

Art. 3. — C'est au cultivateur qui doit battre d'aller chercher la machine à l'endroit indiqué avec deux chevaux. Celui qui s'en sert le dernier doit la ramener à son logement.

Art. 4. — Quand un cultivateur emploiera la batteuse, il devra loger et nourrir les deux ouvriers qui la conduisent.

Art. 5. — La machine battra environ 1 000 à 1 200 bottes par jour.

Art. 6. — Le travail commencera à cinq heures et demie du 1^{er} août au 15 octobre, à six heures et demie du 15 octobre au 15 décembre, à sept heures du 15 décembre au 15 janvier, à six heures et demie du 15 janvier au 1^{er} mars, à cinq heures et demie du 1^{er} mars au 15 août, et se terminera après le coucher du soleil.

Art. 7. — La machine sera conduite par deux ouvriers. Mais l'un d'eux sera payé par l'employeur comme homme de journée, en restant à sa disposition pour tous les travaux qu'il lui commandera, à la condition qu'il ne s'éloigne pas de la batteuse.

Art. 8. — Chaque cultivateur écrira sur le livret du conducteur le nombre de bottes battues et l'heure à laquelle on a commencé et fini le travail, ainsi que ses observations personnelles et signera le tout.

Art. 9. — Les bottes ne devront pas avoir plus de 1^m,20 de tour. Ces dimensions seront rigoureusement contrôlées et toute tentative de fraude sur le nombre de bottes ou sur les dimensions sera immédiatement réprimée. Quand le tour des bottes dépassera 1^m,20, on battra à l'heure au tarif de 2 fr. 75.

Art. 10. — La recette aura lieu tous les trois mois. Ceux qui auraient besoin d'un crédit plus étendu devront en faire la demande au président de la commission.

Art. 11. — La commission insiste pour que les adhérents s'emploient de toutes leurs forces à assurer l'exactitude et la régularité du travail.

Art. 12. — Salaire des ouvriers : 1^o mécanicien en chef : 3 francs du mille à la condition de battre au moins 1 000 par jour; 0,20 pour 100 à rabattre pour chaque cent en moins et 0,20 pour 100 à ajouter pour chaque cent en plus; 2^o auxiliaire payé à la journée par l'employeur : la commission complètera le salaire s'il y a lieu.

Le tarif ordinaire de la région était de 27 à 25 francs les mille gerbes ; le prix demandé étant de 18 francs, et les frais généraux s'élevant à 12 francs (selon M. Guillot), le bénéfice réalisé est de 6 francs par jour, car, à cause des déplacements, on ne bat en moyenne que 1 000 gerbes.

Enfin, en dernier lieu, nous appellerons l'attention sur le Syndicat agricole de Thorigny (Seine-et-Marne) en reproduisant *in extenso* la très intéressante

communication faite par notre confrère, M. Jules Bénard, à la Société Nationale d'Agriculture dans la séance du 21 décembre 1904 :

La commune de Thorigny, située près de Lagny, sur la rive droite de la Marne, comprend 487 hectares. Sa population, qui comptait 600 habitants en 1830, a triplé depuis cinquante ans et atteint aujourd'hui 1 586 habitants. Cet accroissement a pour cause la proximité de Paris : 30 kilomètres, et les facilités rapides et nombreuses avec la capitale. La villégiature a complètement transformé la situation économique du village, une partie notable du terroir est occupée par des maisons de campagne et des jardins.

Le nombre des parcelles figurant au cadastre est de 6 000; par suite d'échanges et de réunions, ce chiffre a été ramené à 5 000 environ. Ainsi qu'on le voit, la propriété est très divisée, le morcellement est poussé à l'extrême, puisque la moyenne des parcelles n'atteint pas 10 ares.

On voit de suite toutes les difficultés de la culture, tous les frais, toutes les pertes de temps qui résultent fatalement de cette extrême division du sol; ajoutons qu'une partie du terroir, environ 25 hectares, anciennement plantée en vignes, est aujourd'hui complètement délaissée par suite de l'impossibilité de cultiver ces parcelles à la charrue et de la difficulté de trouver des personnes pour en tirer revenu.

S'il est une commune qui aurait tout à gagner au remembrement du sol tel qu'il s'opère dans d'autres régions, c'est bien Thorigny; malheureusement, les mœurs et les lois de notre pays apportent à cette mesure un obstacle insurmontable.

En juillet dernier, quatorze cultivateurs de la commune (1), exploitant en moyenne chacun 40 hectares, se sont réunis pour créer un Syndicat (2) ayant pour but l'achat et l'emploi des machines.

Les 140 hectares des syndiqués se décomposent ainsi : 35 hectares en blé, 35 en avoine, 35 en racines, betteraves, pommes de terre, fourrages annuels, 4 hect. 50 en vignes, le restant en luzernes, arbres fruitiers, jardins, etc. Les syndiqués possèdent 36 chevaux, 40 vaches et 250 moutons.

Notons en passant le nombre très élevé des chevaux : 36 pour 140 hectares de terres cultivées. En plus du fumier des animaux, les cultivateurs achètent au Syndicat de Meaux 110 quintaux de superphosphate et 40 quintaux de nitrate de soude, représentant une dépense annuelle de 1 700 francs.

La cotisation annuelle est de 6 francs par an; de plus, afin de pouvoir participer aux avantages de la Caisse de Crédit mutuel de Meaux, les syndiqués ont dû souscrire chacun une part de 25 francs de cette Caisse.

La première opération a été l'achat d'une moissonneuse-lieuse du prix de 900 francs; on a pu moissonner cette année 38 hectares avec une dépense de 253 francs de ficelle.

Jusqu'à ce jour, la moisson à la faux coûtait 55 à 60 francs pour le blé et 40 à 45 pour l'avoine. Cette année, la dépense a été de 35 francs. Ce prix pourra être diminué par la suite, car l'achat de la moissonneuse a été amorti dès la première année.

Pour atteler la machine, les cultivateurs fournissaient leurs chevaux à tour de rôle au lieu de laisser ceux-ci à l'écurie comme ils étaient forcés de le faire au temps où ils faisaient la moisson à la main. La moisson a été faite par cantons suivant la maturité, ce qui a permis de couper pour tous au lieu de couper pour un seul comme l'aurait désigné un tirage au sort pour se servir de la machine. Cette année, les cultivateurs se sont entendus pour faire leurs assolements par cantons pour diminuer le détournage des petites parcelles. Dans les pièces de terre dont la surface est inférieure à 25 ares, le détournage est une opération très coûteuse et occasionne un dixième de travail à la main.

(1) Il y a 18 cultivateurs dans la commune de Thorigny.

(2) M. Léon Magisson, président; M. Bisson fils, secrétaire.

Pour la rentrée des gerbes, les cultivateurs ont fourni les attelages et se sont aidés réciproquement en commençant à rentrer un jour pour chacun. On a évité ainsi l'emploi d'ouvriers payés très cher parce qu'ils n'étaient occupés que quelques jours. De plus, ces ouvriers perdaient une bonne partie de leur journée, le cultivateur étant obligé de les emmener charger aux champs et décharger à la meule et à la grange, il leur faisait passer la moitié du temps sur les chemins, les parcelles se trouvant souvent aux extrémités du terroir.

La moisson, favorisée par un beau temps, a duré huit jours, ce qui donne une moyenne de quatre hectares par jour pour la machine.

La seconde opération a été l'acquisition d'une moto-batteuse à pétrole. La dépense a été de 5 600 francs, qui a été payée au moyen d'un emprunt de 4 000 francs à la Caisse de Crédit mutuel de Meaux, et d'une somme de 1 600 francs, actuellement en caisse, qui sera versée à la fin de décembre. Jusqu'à présent, on a battu 1 090 quintaux de blé et d'avoine au prix de 2 fr. 50 pour les non-syndiqués; le Syndicat espère, en travaillant pour les autres, se libérer plus vite de sa dette. Le Syndicat a contracté une assurance contre les accidents qui coûte 172 francs et une assurance contre l'incendie, moyennant une prime de 20 fr. 80.

La situation financière est très satisfaisante; la comptabilité, comme j'ai pu m'en assurer, est tenue avec beaucoup de soin. La moissonneuse est complètement amortie, la batteuse le sera dans deux ans au plus.

Mais là ne se bornent pas les ambitions du Syndicat. Dans la dernière séance, on a décidé l'achat d'une faucheuse, d'un semoir, d'un distributeur d'engrais, d'un tonneau d'arrosage pour la destruction des sanves.

L'achat de ce dernier instrument, qui coûte 600 francs, est assurément très lourd pour une culture de 35 hectares d'avoine; de plus, le traitement par les dissolutions cupriques revient à 25 francs l'hectare. Néanmoins j'estime que cette dépense donnera de bons résultats, car la destruction des sanves peut augmenter le rendement d'avoine de plusieurs quintaux et quelquefois sauver la récolte.

Un des grands projets du Syndicat serait de construire un hangar pour mettre à couvert toutes les récoltes afin de pouvoir battre les céréales par tous les temps et abriter les instruments. Pour nous, qui avons pleine confiance dans la mutualité, ce projet n'a rien d'irréalisable.

Nous avons cru devoir entrer dans tous les détails du fonctionnement de ce modeste syndicat dont les opérations sont de minime importance; mais dont les résultats pratiques et sociaux ont une haute portée et qui peut servir d'exemple à bien des communes de France.

« Ce sont — disait hier M. Deschanel — les petits cultivateurs, les paysans parcellaires, toute cette démocratie rurale si intéressante et en France si nombreuse qui retireront de l'association les avantages les plus sérieux... »

En Belgique, l'association a facilité beaucoup l'emploi économique des machines dans les petites exploitations; alors que chez nous on préfère, pour certains travaux, avoir recours à la location, les Belges ont, à leur grand profit, une tendance très nettement marquée en faveur des associations coopératives pour l'achat comme pour l'utilisation de diverses machines, notamment pour les distributeurs d'engrais, les semoirs, les faucheuses, les moissonneuses-lieuses, les machines à battre et les trieurs; dans les régions de très petite culture, un grand nombre d'associations coopératives ont établi des usines complètes pour la mouture des grains et des tourteaux, l'industrie laitière et la distillation.

Dans notre rapport du 19 décembre 1900 (1) sur le comice d'Herzèle, (Flandre orientale), nous disions, après avoir mis en relief l'esprit d'association si développé dans les Flandres : « Il est très intéressant de mentionner l'application du principe de la coopération à l'éclairage électrique dans les petites fermes de la commune de Borsbeke, qui ne compte que 1 200 habitants. Les coopérateurs (au nombre de 66 en 1899) ont souscrit à autant d'actions qu'ils désiraient avoir de lampes de 16 bougies : l'administration communale pour les voies publiques, le chemin de fer pour sa halte, l'église, les cultivateurs, les aubergistes, les dentellières, etc., sont à la fois actionnaires et consommateurs; dans le but d'arriver à la plus grande économie, ils administrent eux-mêmes la société, qui a pris, comme ingénieur-conseil, M. Shoentjes, professeur à l'Université de Gand; le réseau servant à l'éclairage doit être utilisé plus tard au transport de la puissance dans les exploitations rurales de la commune. »

Au 1^{er} janvier 1904, la Belgique comptait 186 unions professionnelles possédant un matériel d'une valeur d'environ 160 000 francs (rapport de l'abbé Georges Malherbe, à Ath, sur les Syndicats d'outillage agricole; congrès de Liège, 1903); suivant les provinces, la répartition était :

Provinces.	Nombre des Unions.	Valeur des machines.
Anvers.	—	—
Brabant.	2	1 120 francs.
Flandre Occidentale	35	43 934 —
Flandre Orientale.	3	1 260 —
Hainaut.	4	3 427 —
Liège	12	20 407 —
Limbourg	5	6 242 —
Luxembourg.	116	80 950 —
Namur.	9	3 240 —
Totaux.	186	160 580 —

soit, par union, une valeur moyenne d'au plus 900 francs de matériel, comprenant : extirpateurs, herse-chaines, rouleaux brise-mottes, distributeurs d'engrais, semoirs, houes à cheval, pulvérisateurs, soufreuses, sérateurs, faucheuses, moissonneuses, arracheurs de pomme de terre, trieurs, concasseurs de grains et de tourteaux, hache-paille, broyeurs de nitrate, bascules à bestiaux, contrôleurs à lait, barattes, sondes; quelques machines à battre à moteur à vapeur ou à pétrole.

(1) Rapport fait à la Société Nationale d'Agriculture au nom de la Section de mécanique agricole et des irrigations, proposant d'accorder au comice agricole d'Herzèle un *diplôme d'honneur*.

A Poperinghe (Belgique), l'union houblonnière, « De Wereenigde Hoppekweekers van Poperinghe » possède un sulfurateur par environ 50 planteurs de houblon; ces appareils ne sont loués qu'aux membres de l'association au prix de 0 fr. 30 par mesure de houblon (44 ares) et sous certaines conditions réglementaires relatives au dépôt des appareils, à l'ordre de roulement, au transfert de l'appareil d'un associé chez le suivant, à la prise en charge, aux détériorations du matériel et enfin aux contestations.

Sur les 500 villages existant dans le Grand-Duché de Luxembourg, dit M. L. Grandeau, page 610 de son Rapport général sur l'Agriculture à l'Exposition Universelle de Paris, en 1900, « il y a 328 associations locales fondées en vue des opérations suivantes : achats d'instruments aratoires et viticoles, achats d'engrais, et construction de locaux pour loger cet outillage, les engrais, etc. Ces constructions, qui portent le nom de *hangars*, comprennent une grange où sont déposés les outils, instruments aratoires, engrais, etc. Au premier étage du hangar, se trouve une salle de réunion, dont la dimension varie suivant le chiffre de la population du village. Ces bâtiments, dont le coût varie de 4 000 à 10 000 francs, selon leur importance, sont érigés, sur plans et devis gratuitement dressés par le Service agricole, sous la direction des comités agricoles et viticoles officiels qui, généralement, prennent la responsabilité des deux tiers de la dépense qui incombe aux intéressés (l'autre tiers est payé par l'État), moyennant le versement annuel d'une modique cotisation des membres de l'association destinée à amortir la dépense de la construction. Dans ces 328 villages, la valeur de l'outillage, propriété de l'association, s'élève à 412 000 francs; il est mis gratuitement à la disposition des associés. — J'ai visité, ajoute M. Grandeau, les hangars de deux petits villages, Wellenstein et Besh, distants à peine l'un de l'autre de 400 mètres et dont la population est d'environ 500 habitants. A Wellenstein le syndicat compte 60 membres; il y en a 68 à Besch. — Le dimanche, les associés se réunissent dans la salle du premier étage où ils trouvent un mobilier simple, mais très suffisant, une petite bibliothèque composée de livres élémentaires et de journaux agricoles. L'influence morale de ces hangars n'est pas moindre que leur utilité pratique : les associés s'y réunissent au lieu de fréquenter les cabarets. »

En 1905 les associations du Grand-Duché de Luxembourg étaient au nombre de 366.

Pour notre part, nous ne croyons pas que les associations doivent faire la location du matériel, à forfait, à n'importe quelle personne; elles font alors concurrence aux entrepreneurs particuliers et dans ce cas doivent supporter les mêmes charges de patente, d'impôts, etc.

Le mieux nous semble d'associer un petit nombre d'agriculteurs pour l'achat

et pour l'emploi limité aux seuls membres de l'association; mais il ne faut pas que chacun prenne la machine en charge pour la faire fonctionner, souvent sans savoir la conduire : l'association doit non seulement acheter la machine, mais aussi se procurer un ouvrier conducteur allant successivement travailler dans les différentes fermes et s'occupant de l'entretien; les frais spéciaux à chaque machine se répartissent facilement suivant l'étendue ou la quantité travaillée. Rien n'empêche qu'en dehors de ce service temporaire l'ouvrier mécanicien rural se charge, sous certaines conditions, de la réparation du matériel appartenant personnellement aux associés et enfin, si on avait la chance de réunir plusieurs associations voisines, on pourrait les fédérer et les placer sous l'inspection ou le contrôle d'un homme compétent capable de donner d'utiles conseils au profit de tous.

Pour ce qu'on est convenu d'appeler les grosses machines, il y a une limite économique de leur emploi qui correspond à une étendue déterminée. En effet, la machine n'est avantageuse que lorsqu'elle travaille annuellement un certain nombre d'hectares, et cette superficie peut être calculée d'après les frais d'intérêts et d'amortissement du capital engagé, de l'entretien annuel et des frais du travail, ces derniers dépendant des prix de la journée de l'attelage et des hommes employés.

Bien que ces prix varient suivant les localités, on peut dire, d'une façon générale bien entendu, que la moissonneuse est certainement d'un emploi économique lorsqu'elle travaille annuellement sur 25 à 30 hectares; la faucheuse sur 20 à 25 hectares; le semoir sur 10 à 15 hectares. — (Des calculs, applicables spécialement à certaines exploitations de Seine-et-Marne (1), nous ont montré que la moissonneuse-javeuse et la moissonneuse-lieuse sont d'un emploi économique dès qu'on a plus de 10 hectares de céréales à moissonner chaque année.)

En prenant les chiffres maxima qui viennent d'être cités, on voit que ces trois machines (semoir, faucheuse et moissonneuse) ne peuvent être la propriété de l'exploitant qu'à la condition qu'il cultive les étendues précédentes; en supposant un assolement triennal, on peut dire que l'emploi de ces machines est tout indiqué pour les domaines dont la superficie cultivée atteint 80 hectares environ.

Or, d'après la statistique de 1892, il y a dans notre pays 5550 000 exploitations (de 1 à 40 hectares), cultivant 26 870 000 hectares, c'est-à-dire plus de la moitié de notre territoire agricole, qui ne peuvent posséder en propriété les machines qui rendent tant de services aux grandes exploitations.

Pour propager l'emploi des machines dans les petites et les moyennes cul-

(1) *Société Nationale d'Agriculture*, 20 juillet 1904.

tures, il faut donc encourager le groupement d'un certain nombre d'agriculteurs par une association syndicale, et non, comme certains le pensent, favoriser les entreprises communales, qui présenteraient de grosses difficultés.

Enfin, en nous reportant aux tableaux précédents, et en fixant à 25 hectares l'étendue spécialement cultivée sur laquelle les machines qui nous manquent le plus sont d'un emploi économique, on constate qu'il nous faudrait, en France, dix fois plus de semoirs, neuf à dix fois plus de faucheuses et au moins vingt fois plus de moissonneuses que nous n'en avons en 1892; c'est-à-dire qu'il nous faudrait encore environ :

Semoirs	468 000
Faucheuses	351 000
Moissonneuses	436 000

Comme on le voit, ces chiffres maxima sont rassurants pour les constructeurs de machines, et l'accroissement du matériel agricole, effectué de 1882 à 1892, montre l'avenir considérable qui est réservé à cette partie si importante du *Génie Rural*.

MAX RINGELMANN.

(1) Jacques-Emmanuel Mabile, né à Amboise en 1808, était fils de l'instituteur de cette ville; il apprit le métier de serrurier et, après son tour de France, vint s'établir dans sa ville natale en 1835; il s'occupa surtout de grosse serrurerie et de mécanique et s'attacha d'une façon particulière à l'amélioration des pressoirs rudimentaires alors en usage dans la localité; il fut l'un des premiers à substituer les vis en fer aux vis en bois, puis à transformer la lanterne, les roues, cabestans et treuils de manœuvre pour les remplacer par une mécanique à levier, moins encombrante; il inventa un pressoir à coffre horizontal et acquit une grande réputation en Touraine.

Les deux fils aînés, Emmanuel et Ernest Mabile, nés en 1836 et en 1837, firent leur apprentissage chez leur père, puis se perfectionnèrent au Creusot, aux ateliers du chemin de fer de Lyon à Oullins et à Arles, chez Telord de Marseille, aux chantiers de la Méditerranée et enfin à Paris. C'est au commencement de 1858 que les deux frères vinrent à Amboise apporter leur collaboration à leur père; on construisit alors de nouveaux ateliers en 1859; c'est le 15 janvier 1865 que la maison prit le nom de Mabile frères; elle remporta une médaille d'or à l'Exposition Universelle de Paris, en 1867, pour une presse hydraulique et une presse à engrenages.

Le mécanisme à levier articulé, connu universellement sous le nom de système Mabile, fut breveté en 1869 et est toujours employé; en 1878 on construisit des presses à fourrages à balles cylindriques; en 1889 des presses à colonnes à maies roulantes, on perfectionna les presses hydrauliques, les égrappoirs, les fouloirs, les grues, les élévateurs et transporteurs pour la vendange et pour les marcs, les moulins à olives et les presses à huile. La maison, dirigée actuellement par MM. Georges Mabile, Achille Pécard-Mabile et Emmanuel Mabile, fils de l'aîné, après une période de calme imposée par la crise phylloxérique, entra dans une nouvelle ère de prospérité avec la construction des presses continues et des grandes presses, mues par moteur, capables de produire 500 hectolitres de vin en 12 heures.

Actuellement (fin 1905), le nombre total des machines vendues s'élève à 94 000. Les ateliers, pourvus d'un outillage perfectionné, occupent une superficie de 2 hectares et leur éclairage est assuré par un groupe électrogène d'une puissance de 15 chevaux-vapeur.

NOTES ÉCONOMIQUES

Par M. M. ALFASSA

SUR LA RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL ET LES RETRAITES DES EMPLOYÉS DE CHEMINS DE FER

Le projet de loi relatif à la réglementation du travail et aux retraites des agents des chemins de fer, voté une première fois par la Chambre des députés en 1897, repoussé par le Sénat en 1901, étendu et voté à nouveau par la Chambre en 1901, est encore soumis aux délibérations du Sénat. Il ne paraît pas, s'il doit être jamais adopté par le Parlement, qu'il puisse l'être sans des modifications profondes qui ne laisseront subsister que peu de choses de l'économie du projet primitif.

La question n'est certes pas nouvelle : elle a été posée depuis longtemps devant l'opinion publique, émue par certains accidents graves imputables à des durées de service exagérées; elle réclama des améliorations que les Compagnies ont réalisées dans une grande mesure. Les réclamations, maintes fois répétées, des Syndicats d'employés de chemins de fer, visant à une amélioration de leur situation trouvèrent un écho au Parlement et en 1897, le 17 décembre, la Chambre des députés adoptait un projet de loi, connu sous le nom de loi Berteaux.

Dès l'origine, ce projet donna lieu à des discussions passionnées. Ses adversaires affirmaient qu'il n'avait pas été suffisamment étudié, qu'on ne s'était point préoccupé des répercussions financières qui en résulteraient : les Compagnies allaient avoir à faire face à des charges considérables de ce fait, l'organisation du travail serait extrêmement compliquée, sans que le personnel bénéficiât d'avantages proportionnels aux sacrifices imposés, que les Compagnies ne seraient pas d'ailleurs en état de supporter avec leurs seules ressources.

Les partisans des mesures préconisées contestaient la matérialité de ces assertions et prétendaient que les chiffres avancés par les représentants des Compagnies étaient fort exagérés.

Tandis que ceux-ci disaient en effet dès cette époque qu'il fallait compter pour les six grands réseaux, non compris les chemins de fer de l'État, sur une dépense annuelle supérieure à 44 000 000 de francs, les partisans du projet de loi parlaient seulement de quelques millions par an, moins de dix.

Comment à cette époque discerner de quel côté était la vérité? On se trouvait en présence de deux évaluations, différant entre elles par la somme énorme de 34 millions, fournies l'une, la plus élevée cela va sans dire, par les Compagnies dont l'intérêt évident était de faire avorter au besoin en exagérant les conséquences, une mesure, nécessitant de leur part des sacrifices importants; l'autre par les instigateurs du projet. La différence paraissait invraisemblable aux gens impartiaux. Comment admettre d'autre part que les Compagnies — ayant soumis la question à leurs services techniques et à leurs actuels — eussent fourni une évaluation manifestement

inexacte, sachant que leurs chiffres livrés à la publicité allaient être discutés, sans aucune bienveillance, et tout au moins contestés.

On manquait alors, il est vrai, de base sérieuse de discussion car on n'avait pas pu faire de calculs approfondis, ne sachant pas jusqu'à quel point la Chambre avait l'intention de suivre les rédacteurs du projet de loi, ni quelles modifications profondes elle apporterait au texte, modifications pouvant augmenter ou réduire les charges financières entraînées par la réglementation.

Il s'agissait alors du premier projet de loi Berteaux portant uniquement sur la *réglementation du travail et les congés* et dès cette époque les représentants des Compagnies expliquaient la divergence des évaluations, par les erreurs de principes commises par les auteurs de la loi : ces erreurs se traduisaient à leur sens par des surcharges de dépenses, que seuls pouvaient entrevoir des gens de métier, sans cependant pouvoir les préciser.

Le rejet par le Sénat du texte voté par la Chambre (4 juin 1901), ou plus exactement les modifications si profondes qu'il y apporta n'eurent pas pour résultat de faire abandonner l'idée, puisque quelques semaines plus tard, le 14 novembre 1901, la Chambre votait le second projet de loi Berteaux, qui reproduisait les dispositions du précédent en les aggravant par de profondes modifications au régime des retraites.

L'opposition des Compagnies se manifesta d'autant plus vive que, d'une part les études plus approfondies qu'elles avaient pu faire du projet de loi leur avaient permis de se rendre compte du sacrifice considérable que leur imposerait la réglementation du travail et que d'autre part la charge nouvelle due aux modifications du régime des retraites leur paraissait d'autant plus lourde et plus difficile à supporter d'une manière permanente qu'elles avaient été obligées de procéder à une réorganisation de leurs caisses pour des raisons que nous indiquerons ultérieurement et que cette réorganisation n'était pas allée sans entraîner pour elles un effort financier très grand au terme duquel elles ne sont point encore parvenues.

Tandis qu'à la tribune de la Chambre des députés, M. Berteaux, examinant la répercussion financière du projet de loi au point de vue de la réglementation du travail, évaluait le supplément annuel de dépenses pour les six grandes Compagnies, à un peu plus de 7 millions de francs (fr. 7 200 000), les états détaillés fournis au Ministère des Travaux publics, avec documents à l'appui, par les intéressés, faisaient ressortir cet accroissement annuel de charges à 112 ou 114 millions.

Pour les retraites, les modifications auraient grevé annuellement les budgets de 63 à 101 millions suivant que la loi n'aurait pas d'effet rétroactif ou qu'elle en aurait.

Ces chiffres, tout comme les premières évaluations des Compagnies, ont été très vivement contestés, tant ils s'écartaient des totaux que les plus pessimistes eux-mêmes avaient prévus *a priori* : leur énormité même faisait croire qu'ils étaient erronés. Mais recommencés à plusieurs reprises et contrôlés de toutes les manières possibles, les calculs aboutirent toujours au même résultat.

On sait que la première partie du projet Berteaux était relative à la réglementation du travail et aux congés.

La réglementation du travail était fixée, d'une manière intangible par vingt-quatre heures. Elle entraînait pour les Compagnies une réorganisation totale et un accroissement considérable à la fois du personnel et du matériel. Au système actuel des moyennes qui permet une utilisation logique à la fois des employés (mécaniciens et

agents des trains), par les roulements, le texte voté par la Chambre substituait un système rigide et inflexible. Avec la moyenne hebdomadaire ou décadaire on peut établir une compensation de la durée du travail, qui permet de ramener régulièrement le personnel à son point de départ, en faisant alterner par exemple les longs trajets et les voyages courts, tout en accordant dans le premier cas les repos suffisants en cours de travail. Avec la durée fixe de travail au contraire, il faut que le mécanicien ou l'agent du train demeure au point où il se trouve lorsque s'achève sa journée, d'où l'obligation pour lui d'avoir deux domiciles de fait, l'un à chacun de ses points d'attache, car il n'aurait matériellement pas le temps de regagner comme voyageur son domicile et de se retrouver le lendemain matin à l'heure réglementaire au point où il doit reprendre la conduite de sa machine ou de son train.

On voit par ces simples considérations que les avantages obtenus par le personnel grâce à une réglementation plus étroite, ont des inconvénients considérables pour lui comme contre-partie, dont l'un saute aux yeux : l'augmentation de dépenses due à ce que l'agent ne peut pas rentrer régulièrement à son domicile et qu'il a doubles frais d'existence un jour sur deux.

Pour les Compagnies cette réglementation se traduit par une double source de dépenses : augmentation de personnel et augmentation de matériel locomotives.

Les agents qui sous l'ancien régime partaient le matin d'un point A pour conduire un train en un point B et ramener le convoi en A, avec une durée de travail supérieure à celle prévue par la nouvelle réglementation, — durée compensée d'ailleurs le lendemain par une journée de moindre longueur, — ne pouvaient plus faire ce service : ils pouvaient seulement conduire leur convoi en C plus éloigné de A que B, et devaient y prendre leur repos jusqu'au lendemain. Pour assurer le service de retour, il faudrait avoir des agents supplémentaires qui reprendront le convoi en C pour le ramener en A.

Il en ira de même pour les locomotives, celle qui arrivera en C y arrivera vraisemblablement trop tard pour pouvoir ramener le convoi en A, en suivant les horaires qui ne peuvent être modifiés. Il faudra vraisemblablement laisser en B la machine partie de A, comme sous l'ancien régime et avoir une nouvelle locomotive en B pour conduire le convoi en C, d'où dépense supplémentaire et moins bonne utilisation du matériel.

Les calculs présentés par les Compagnies au ministère des Travaux publics fixent les dépenses annuelles pour ces deux chapitres, augmentation du personnel et augmentation du matériel — groupés sous la dénomination *roulement et conséquences* — à soixante-cinq millions de francs.

Du fait des *congés* attribués au personnel, l'estimation faite par les Compagnies s'élève annuellement à quarante-sept millions de francs.

En résumé, le surcroît annuel de charges pour la première partie du projet de loi Berteaux s'élève à

Roulement et conséquences.	65 000 000 fr.
Congés.	47 000 000 —
	112 000 000 fr.

Ces évaluations ont été faites d'après le parcours des trains en 1904 : elles se trouvent reproduites dans la lettre adressée en décembre 1904 par les Présidents des six grandes Compagnies de Chemins de fer au ministre des Travaux publics. C'est éga-

lement, à peu de chose près, celle (114 millions) indiquée par M. Noblemaire, directeur de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, comme évaluation faite en 1902 (1).

Ces chiffres ne pouvaient être acceptés sans vérification par les pouvoirs publics : ils dépassaient de plus de cent millions (charge annuelle) ceux apportés par M. Berteaux à la tribune du Parlement.

Le ministre des Travaux publics chargea les ingénieurs du contrôle de « rechercher s'il ne serait pas possible d'assurer le service, tout en satisfaisant aux prescriptions du projet de loi, avec un effectif moindre que celui qui résultait de l'étude faite par les Compagnies ». Celles-ci concluaient en effet que l'augmentation d'effectif nouveau s'élevait à 14 p. 100 du personnel, soit à 40 000 agents et qu'il faudrait accroître le nombre des locomotives de 27 p. 100, soit de 2 400.

Les ingénieurs du Contrôle répondirent, écrit M. Noblemaire (2), qu'ils avaient vainement cherché à apporter, aux organisations prévues par les Compagnies, des modifications permettant une réduction de personnel.

Cette appréciation, si catégorique qu'elle fût, n'était pas suffisante, elle créait une présomption favorable aux dires des Compagnies, mais les ingénieurs du contrôle n'avaient travaillé que sur des dossiers, et quelque élément d'information avait pu leur échapper peut-être.

Aussi la question étant de grande importance, précisément par cet écart entre les évaluations, le ministre des Travaux publics instituait-il, le 6 avril 1903, une Commission extra-parlementaire de 17 membres : « Les évaluations des Compagnies, disait son arrêté, constituent des documents sérieux, mais ne sauraient néanmoins, d'ores et déjà, être considérées comme offrant un caractère de certitude définitive et incontestable. Il est donc nécessaire de procéder à une enquête nouvelle et approfondie; il importe d'ailleurs que cette enquête soit confiée à des personnes dont l'autorité et la compétence mettent au-dessus de toute contestation possible les résultats auxquels elle arrivera. »

La Commission comprenait des techniciens, des fonctionnaires et des actuaires, elle procéda à des auditions des parties intéressées et les invita à présenter leurs observations par écrit le cas échéant.

Afin d'aboutir plus promptement, elle se divisa, dès sa première réunion, en deux sous-commissions, dites du Travail et des Retraites.

La première question qu'eut à résoudre la première sous-commission était relative à l'organisation du Travail, organisation toute nouvelle avec la réglementation journalière.

L'organisation du travail dans les Compagnies est fondée sur la notion du travail *moyen*, c'est-à-dire du roulement des agents qui, passant d'une ligne à une autre, arrivent à connaître le réseau, acquièrent rapidement une grande valeur professionnelle et peuvent ainsi, au pied levé en quelque sorte, assurer le service sur une ligne quelconque du réseau. On obtient ainsi le rendement maximum et l'utilisation la meilleure des agents.

Comme nous l'avons fait observer ci-dessus, la nouvelle réglementation par son

(1) C. Noblemaire, « le Projet de loi Berteaux et les Compagnies de Chemins de fer », *Revue politique et parlementaire* du 10 décembre 1903, p. 458 et suiv.

(2) *Ibid.*, p. 460.

manque de souplesse ne permet plus de tirer de ce système tous les avantages qu'il comporte. Aussi une solution, dite des *roulements spécialisés*, fut-elle proposée. Cette solution préconisée dans le but de réaliser des économies sur les prévisions des Compagnies consistait à faire faire aux agents le même service sur les mêmes lignes au moins pendant quelque temps.

L'étude faite par les Compagnies, à la demande de la sous-commission, démontra que la dépense pourrait être réduite ainsi de près de 5 p. 100 et ramenée aux environs de 62 millions au lieu des 65 prévus.

Cette solution paraissait pouvoir être conseillée tout au moins au point de vue théorique puisqu'elle permettait une réduction appréciable des charges; cependant il y avait lieu, avant de prendre une décision sur ce point, de consulter les Compagnies et leurs agents. A l'unanimité celles-ci, ainsi que toutes les catégories du personnel, syndiqué ou non, se prononcèrent contre le système des roulements spécialisés et en faveur du maintien des roulements moyens.

On avait proposé également pour réduire les évaluations d'autres méthodes. Il serait fréquemment arrivé avec la durée fixe du travail que les nécessités du service ne permissent pas de faire fournir aux agents le nombre d'heures effectives autorisées. C'est ainsi par exemple que la distance séparant les deux points extrêmes d'une course ou d'un voyage laisse disponible une heure ou une heure et demie et que la gare la plus voisine à laquelle le personnel aurait pu conduire le train en poursuivant sa route, soit trop éloignée pour qu'il soit possible d'y arriver dans le temps disponible. Ces heures, perdues pour le service, sont une charge stérile pour les Compagnies, car elles doivent être rémunérées. On avait émis l'idée que dans ces cas les agents achevassent leur journée dans une occupation sédentaire : les mécaniciens auraient été employés aux ateliers et les agents des trains aux services des gares, comme manœuvres ou dans les bureaux.

Le personnel ne parut pas disposé à accepter sans protestation cette occupation sédentaire qu'on eût voulu lui imposer à la fin de la journée de travail.

De leur côté les Compagnies firent des objections de grande valeur : l'économie était beaucoup plus apparente que réelle : les mécaniciens des trains ont perdu l'habitude du travail d'atelier, ils n'ont plus l'habileté technique et pratique nécessaire, soit pour le montage et l'ajustage, soit pour le tour, et leur productivité eût été très faible. On eût été obligé de les introduire en surnombre dans les ateliers, ce qui eût été une cause de gêne et enfin ils ne disposaient pas d'assez de temps pour faire une besogne profitable; une très grande assiduité étant nécessaire pour les mécaniciens d'atelier.

Pour les agents des trains les objections étaient plus nombreuses encore; on n'aurait pu songer à les utiliser que comme manœuvres ou pour les services de bureau.

Comme manœuvres un grand nombre eût manqué de la vigueur physique et de l'endurance nécessaire; quant aux services de bureau, il faut des connaissances et des aptitudes qui font défaut à beaucoup des agents des trains.

D'autre part, étant donné que le système du roulement moyen était maintenu, les occupations sédentaires auraient été remplies en un même lieu par des agents différents, chaque jour, ce qui eût encore réduit la valeur pratique des services qu'ils auraient pu rendre. Et enfin il y a lieu de tenir compte de ce fait que l'utilisation eût été possible lors de l'arrêt dans les villes où existent des ateliers de réparation ou des bureaux nécessitant un personnel nombreux, mais que bien des agents des trains

auraient été amenés à s'arrêter dans de petites localités où leur emploi eût été, soit impossible, soit inutile.

Ces propositions écartées, il y avait lieu d'examiner si un meilleur système de roulements moyen que celui utilisé ou préconisé par les Compagnies était possible ; les syndicats ouvriers furent invités à présenter des contre-projets : ils ne purent, dit M. Noblemaire, aboutir à aucun mode meilleur, ni permettant une réduction des effectifs.

C'est ce que constata d'ailleurs la Sous-Commission du Travail en déclarant le 24 novembre 1904 « qu'il y avait lieu de tenir pour justifiées les augmentations d'effectifs résultant du roulement aussi bien pour le personnel des agents et chauffeurs, que pour celui des agents des trains ».

Les déclarations apportées par les Compagnies relativement à l'augmentation de personnel et de matériel étaient donc reconnues absolument exactes par la Sous-Commission, aucune objection sérieuse ne leur avait été opposée, aucun contre-projet n'avait été apporté, qui permit d'entrevoir une meilleure solution au problème tel qu'il avait été posé par le texte adopté à la Chambre des députés.

Il devenait dès lors très vraisemblable que les calculs apportés par les Compagnies comme évaluation de la dépense étaient exacts. C'est ce que déclaraient très explicitement les présidents des cinq grandes Compagnies dans leur lettre de décembre 1904 au ministre des Travaux publics : « Au début ces chiffres ont été contestés *a priori* par des membres du Parlement ; ils ne le sont plus guère aujourd'hui et quand la Commission extra-parlementaire nommée par le ministre des Travaux publics pour vérifier ou reviser ces évaluations aura terminé ses travaux, il est probable que ces chiffres apparaîtront plutôt insuffisants qu'excessifs. Déjà la vérification a été faite en ce qui concerne les roulements, et les délégués des syndicats ouvriers aussi bien que les services du ministère n'ont pu les modifier (1). »

En effet, lorsque les évaluations de dépenses des Compagnies furent connues, les chiffres furent contestés par les syndicats ouvriers notamment ; mais, invités par la Sous-Commission du Travail à présenter à leur tour une évaluation ou à corriger celles qu'ils avaient sous les yeux, ils durent reconnaître, au moins implicitement puisqu'ils n'apportèrent aucun chiffre, ni aucune indication, que leur contestation de ces évaluations était mal fondée.

La Sous-Commission, dans son rapport (2), expliquait leur élévation pour deux grandes raisons : « D'abord le manque de flexibilité de la nouvelle formule du travail qui, excluant le système des moyennes et n'admettant aucune dérogation, impose dans la confection des roulements l'obligation de satisfaire rigoureusement à une règle uniforme, ensuite la nouvelle réglementation des congés qui s'applique à tous les agents sans exception alors que les nouvelles règles sur la durée du travail et des repos, au contraire, ne concernent que le personnel des mécaniciens, chauffeurs et agents des trains.

Non seulement la Sous-Commission reconnaissait l'exactitude des évaluations faites par les Compagnies en 1902, mais elle les considérait comme un minimum devant très probablement être dépassé d'une façon très sensible, car il y a des charges indirectes difficiles à prévoir et surtout à chiffrer.

(1) La *Revue économique et financière* du samedi 6 mai 1905, p. 425.

(2) Rapport de M. l'Ingénieur en chef des Mines, Maison, à la Commission extra-parlementaire, annexé au procès-verbal de la séance du 23 juin 1905 de la Commission du Sénat.

« Les évaluations faites par les Compagnies en 1902 (114 millions) n'étaient pas exagérées. Tous les efforts faits pour serrer de près la question n'ont guère abouti qu'à une augmentation des charges prévues. Le montant total des charges qui résulteraient pour les sept grands réseaux (État compris) de l'approbation de la proposition de loi Berteaux peut être évalué, *pour ce qui concerne le travail*, à une somme comprise entre 115 et 125 millions... sans compter des charges indirectes qui échappent à une évaluation précise, mais qui viendraient encore grossir, dans une mesure indéterminée, ce chiffre de 115 à 125 millions. »

Cette conclusion, présentée à la Sous-Commission extra-parlementaire le 23 février 1905, fut adoptée par elle à l'unanimité et ratifiée un mois plus tard, le 23 mars, par la Commission.

Elle était écrasante pour le projet de loi Berteaux et il est bien certain qu'en présence d'une affirmation aussi catégorique de la Commission extra-parlementaire, confirmant les dires des Compagnies, la Commission du Sénat ne pourrait que conclure au rejet des mesures, si tant est qu'elles viennent jamais en discussion devant cette assemblée.

La seconde partie de la proposition adoptée le 14 novembre 1901, par la Chambre des députés, apporte, on se le rappelle, des modifications profondes au régime des retraites : elle n'avait pas, pour beaucoup de raisons, de meilleures chances de succès que la première, dès qu'on l'examine d'un peu près.

En effet, son résultat devait incontestablement être un accroissement considérable des charges en vue d'élever le chiffre de la retraite par le prélèvement de 30 p. 100 au moins du traitement des agents.

Comment chiffrer cet accroissement de dépenses : si la première partie du projet de loi contenait des données assez précises pour que l'on pût faire une évaluation exacte des charges en résultant, il n'en était pas de même pour la seconde partie : un certain nombre de facteurs étaient laissés dans une indétermination quelque peu inquiétante et l'on en fut réduit à faire des hypothèses. En les groupant on arriva à deux évaluations extrêmes, différant d'une quarantaine de millions, à savoir respectivement 63 millions et 101 millions. Il paraissait vraisemblable de supposer que, malgré les incertitudes, toutes les conditions défavorables ne se trouveraient pas réunies, ou inversement et que par suite, en établissant une moyenne arithmétique entre les deux termes extrêmes, on se rapprocherait de ce qui aurait lieu en réalité. Par suite la surcharge annuelle incombant aux six grandes Compagnies paraissait pouvoir s'évaluer à 80 millions environ.

Mais ici deux grandes causes d'incertitude venaient troubler les résultats de ce calcul. Les modifications au régime des retraites étaient-elles seulement instituées en vue de l'avenir ? avaient-elle au contraire un effet rétroactif ? Dans ce cas, le capital de réserve, qu'ont les Compagnies pour faire face au service de retraites qu'elles ont organisées, devenait insuffisant, il fallait le majorer de plusieurs centaines de millions, nécessitant une annuité supplémentaire de 20 à 25 millions.

Était-il possible de considérer alors qu'on se trouvait en présence d'une évaluation définitive sur laquelle on pouvait se baser en toute certitude ? Il est permis de faire des réserves sur ce point et les Compagnies de chemins de fer, instruites par l'expérience, devaient être les premières à les formuler. En effet et c'est la seconde cause d'incertitude, mentionnée ci-dessus, qui entré en jeu, on ne possède pas encore au point de vue

des retraites d'exemples ayant une assez longue durée pour être absolument probants. Il faudrait que l'une des grandes caisses de retraites, soit nationale comme en Allemagne, soit même d'origine privée comme celles des Compagnies de chemins de fer, fût arrivée à sa période de roulement normal et que celle-ci se fût suffisamment prolongée sans causer de mécompte, pour que l'on puisse affirmer que les calculs sur lesquels on s'est basé sont exacts.

Si les résultats connus jusqu'à ce jour permettaient de croire que les calculs ne donneront pas lieu à des surprises dans l'avenir, parce que la péréquation pendant une période assez longue a été bonne, on pourrait penser que les chiffres auxquels on est arrivé pour l'évaluation de la surcharge due à la proposition de loi Berteaux ne seront vraisemblablement pas dépassés.

Mais, les Compagnies ont été les premières à s'en apercevoir à leur détriment, les calculs les plus soigneusement établis, dans lesquels on s'était inspiré de toutes les données qui paraissaient certaines, et dans lesquels on avait fait une large part à l'imprévu, se sont trouvés inexacts par défaut dans des proportions considérables et qui deviendraient inquiétantes, pour un plus grand nombre d'assurés et pour un capital plus important.

Depuis 1895 nos six grandes Compagnies de chemins de fer ont été amenées à faire des dotations extraordinaires à leurs caisses de retraites, et à constituer des fonds de réserve considérables précisément parce que les calculs faits en 1856 et 1860 ont été démontrés inexacts par la pratique; certains facteurs auxquels on avait attribué une très large place ont joué un rôle plus important encore et, en 1895-1896, les Compagnies ont été obligées, en serrant la question d'un peu plus près, d'opérer la liquidation des anciennes caisses et de réorganiser sur de nouvelles bases plus rigoureusement scientifiques, ou, si on le préfère, conformes aux données actuelles et aux calculs des actuaires, leurs caisses pour le personnel ancien, en même temps qu'elles assurent directement à la Caisse nationale des retraites le nouveau personnel qu'elles embauchent, précisément dans le but d'éviter des mécomptes dans l'avenir.

L'expérience leur a été des plus coûteuses.

Voici à titre d'exemple concret l'histoire de la Caisse des retraites de la Compagnie du P.-L.-M., telle que l'a exposée M. Derville, le président du Conseil d'administration, à l'Assemblée générale du mois d'avril 1903.

La Compagnie fonda sa caisse des retraites en 1856. Dix ans plus tard elle étendit son action en admettant au bénéfice de la retraite des agents non commissionnés des gares, des trains et de la voie; en 1876 la mesure fut étendue aux agents des constructions et, en 1881, à tous les employés indistinctement.

Pendant la même période la durée de mariage, exigée pour la réversibilité de la pension sur la veuve était abaissée de dix à cinq ans et même à deux ans, si le défunt avait plus de quinze ans de services.

Ces modifications constituaient un accroissement de charges; les calculs primitifs devaient donc recevoir une nouvelle base: on crut que la péréquation serait largement établie en portant la subvention de la Compagnie de 3 à 4 p. 100 des salaires. Mais en 1889 on s'aperçut que cette participation était insuffisante, et voulant doter largement la caisse, la Compagnie éleva son versement de 2 p. 100, soit au total 6 p. 100.

Cependant des mécomptes nombreux devaient encore se produire. Les statistiques que l'on supposait les plus exactes ont donné lieu à des déceptions singulières. On avait adopté dans les calculs comme proportions d'agents mariés le chiffre de 66 p. 100

que donnent les statistiques officielles et l'on tablait sur 66 p. 100 de pensions réversibles sur les veuves. En fait la proportion a été beaucoup plus élevée, elle a atteint 80 p. 100.

« Nos actuaires, dit le rapport, n'avaient pas prévu que l'agent célibataire ou veuf ferait prime sur le marché des grâces ; qu'ainsi recherché le veuf conduirait plus souvent à l'autel jeune épousée que mûre commère, et que dans les remariés l'écart d'âge moyen entre l'agent et sa femme augmenterait sans cesse, aggravant encore les charges de la caisse puisque plus une femme est jeune, plus la réversibilité sur sa tête devient onéreuse (1). »

D'autres causes encore influent de manière à détruire la péréquation, même quand elle a été établie avec le plus grand soin, comme par exemple la baisse de l'intérêt qui fausse tous les calculs.

La Compagnie a dû, depuis 1895, sacrifier une quarantaine de millions pour en faire une réserve spéciale afin de rétablir la balance de sa caisse de retraites et en même temps porter de 10 à 16 p. 100 le prélèvement sur les salaires.

La situation que nous venons de rappeler n'était pas spéciale à la Compagnie du P.-L.-M.

A l'Assemblée générale ordinaire du 29 avril 1905, le président de la Compagnie des chemins de fer du Nord disait aux actionnaires :

« ... C'est ainsi qu'il nous faut persévérer dans la voie où nous sommes entrés dès 1896 en nous mettant de plus en plus en mesure de faire face à l'insuffisance que pourrait présenter la réserve spéciale destinée à assurer le service des pensions de retraites constituées ou à constituer en vertu de l'ancien règlement.

« A la suite de la résolution par laquelle l'Assemblée générale du 28 avril 1903 a autorisé l'application à cette réserve d'une nouvelle allocation de 15 millions, nous vous avons indiqué que l'insuffisance présumée, telle qu'elle était résultée des calculs antérieurs, aurait été réduite à la somme de 37 856 000 francs diminuée de ces 15 000 000 francs soit à la somme de 22 856 000 francs, valeur au 31 décembre 1902. Accrue de ses intérêts à 4 p. 100, cette somme aurait été portée à 25 000 000 francs environ au 31 décembre 1904.

« Mais c'était là, comme nous vous le déclarions dans notre rapport sur l'exercice 1902, une évaluation réduite d'après les constatations des dernières années et subordonnée à leur confirmation par une plus longue expérience. Or, il semble bien résulter de nouvelles observations et de calculs auxquels on a pu se livrer plus récemment que cette évaluation devrait probablement être à peu près doublée.

« On peut espérer que cette dernière évaluation serait excessive et qu'elle doit être considérée comme se rapprochant plutôt d'un maximum. Mais il suffit qu'il y ait à cet égard un doute pour que nous devions pourvoir plus promptement au relèvement de la réserve extraordinaire qui est appelée à fournir des suppléments de dotation à la réserve spéciale des pensions de retraites. »

Comme la situation est très analogue pour les autres Compagnies, on voit aisément que des doutes peuvent subsister quant à l'exactitude par défaut des évaluations apportées par les Compagnies. Quelque larges qu'aient été les prévisions, il peut encore y avoir des mécomptes dus à ce qu'un facteur indiqué par l'expérience et les barèmes

(1) Rapport à l'Assemblée générale ordinaire des actionnaires de la Compagnie du P.-L.-M., avril 1905.

vienne à subir une modification imprévue, comme pour la proportion des agents mariés, qu'une plus longue expérience indiquerait ou encore qu'une baisse de l'intérêt survienne. C'est un point qu'il nous faudra encore envisager.

Le projet de loi Berteaux, si la loi n'a pas d'effet rétroactif, imposerait des versements représentant 30 p. 100 des salaires et traitements; l'on ne peut s'empêcher d'être frappé de la disproportion qui existe entre ce chiffre et celui adopté pour l'ensemble des retraites ouvrières, et de se demander s'il était bien utile de procéder à un relèvement de retraites aussi important que celui dont il s'agit pour une catégorie d'ouvriers, fort intéressants il est vrai, mais qui dès à présent sont dans une situation doublement privilégiée par rapport aux autres travailleurs en ce sens qu'ils ont une retraite et qu'elle atteint près de 16 p. 100 du salaire.

Il existe à l'heure actuelle une distinction que l'on devrait bien songer à faire disparaître entre les différentes catégories d'agents commissionnés et non commissionnés; ceux-ci n'ont pas droit à la retraite. Pourquoi ne pas l'étendre comme l'a fait le P.-L.-M. à toutes les catégories du personnel? C'est une mesure qui eût été bien accueillie, facile à réaliser et qui eût témoigné d'une façon tangible et efficace aux agents des chemins de fer l'intérêt que leur portent les pouvoirs publics, au lieu que le projet Berteaux, par son envergure même, n'était propre qu'à faire naître des illusions et des espérances que les nécessités financières forceront à décevoir.

La sous-commission des retraites n'a pas encore achevé son œuvre. Les évaluations présentées par les Compagnies ont été arrêtées après examen minutieux au chiffre de 74 millions.

M. Louis Fontaine, le savant actuaire chargé du rapport, n'a pu vérifier encore complètement que les calculs de la Compagnie de l'Est pour son seul personnel *commissionné*: il confirme l'exactitude des chiffres de cette Compagnie pour les diverses hypothèses dans lesquelles l'obscurité de certaines clauses du texte l'ont obligée à se placer.

Il paraît probable qu'il en sera de même pour les autres réseaux.

De telles conclusions, prévues depuis de longs mois, sont de nature à faire échouer d'une manière définitive le contre-projet Berteaux devant le Sénat; aussi les instigateurs de la mesure ne conservant pas grand espoir de voir adopter le projet primitif ont-ils élaboré un contre-projet, à toute éventualité.

Dans une lettre du 12 décembre 1904 adressée à M. Fleury Ravarin, le ministre des Travaux publics annonce que « les membres de la commission d'entente formée par la réunion des divers syndicats d'employés et d'ouvriers de chemins de fer l'ont saisi d'un nouveau projet, désigné dans la presse sous le nom de *projet transactionnel* dont le Sénat voudra sans doute faire étudier les conséquences par la commission extra-parlementaire en même temps que le ministre le fait examiner au point de vue technique par les services de son administration (1). »

Dans ses grandes lignes ce projet, bien que moins désavantageux que le projet Berteaux, comme un examen rapide a permis de s'en rendre compte, mais cependant très onéreux et d'une application technique encore plus difficile, améliore, au point de vue de la réglementation du travail, le régime que nous avons exposé: il substitue — et les agents comme les Compagnies en proclament la nécessité — le travail moyen décadaire au travail fixe de vingt-quatre heures, mais il présente des aggravations

(1) *Loc. cit.*, « Lettre des présidents des six Compagnies au Ministre des Travaux publics ».

multiples et exagère encore à beaucoup de points de vue le défaut d'élasticité et l'impossibilité d'établir des roulements comportant une utilisation logique du personnel, etc., signalés à propos du projet Berteaux.

Pour les retraites, en étendant le même système à tout le personnel, en fixant à 50 p. 100 le chiffre de la retraite à cinquante ans d'âge, en inscrivant à la caisse des retraites tous les agents après six mois de présence et en admettant la liquidation proportionnelle de la retraite pour les agents quittant les Compagnies à une date quelconque pour une cause quelconque, le projet impose des charges tellement lourdes « qu'aucune Compagnie et aucune caisse ne pourraient les supporter sans aller à la faillite », disaient les présidents des six Compagnies dans leur lettre au ministre des Travaux publics.

Les calculs moins approfondis que ceux faits pour le projet primitif ne donnent pas des évaluations aussi rigoureuses que les précédentes, cependant on peut considérer comme ne s'éloignant pas très sensiblement de la réalité les chiffres de 87 millions au lieu de 114 comme charge annuelle due à la réglementation et de 50 contre 74 pour les retraites, soit au total 137 millions, au lieu de 188.

Bien que très atténué par rapport au projet primitif, ce contre-projet transactionnel représente une surcharge annuelle tellement considérable qu'on peut le considérer comme ne devant pas être adopté par le Parlement.

Il y a en effet un facteur des plus importants dont il est impossible de ne pas tenir compte : un projet dont les conséquences financières ont l'étendue que nous venons de montrer, bien que s'appliquant à des Compagnies déterminées ne les charge pas uniquement, il se répercuterait directement sur les finances de l'État par le simple jeu de la garantie d'intérêts.

Or l'on est amené à se demander si l'État est actuellement disposé à grever son budget soit directement, soit indirectement sous la désignation garanties d'intérêts d'une surcharge annuelle de 137 à 188 millions suivant que l'on suppose adopté le projet primitif ou le contre-projet. Déjà, à l'heure actuelle, quatre des grandes Compagnies d'une manière permanente et une cinquième par intermittence font appel à la garantie d'intérêts pour faire face aux charges normales de leur exploitation. Si ces charges viennent à être augmentées de 137 à 188 millions, c'est d'autant qu'elles feront appel en plus. Et c'est là certes un minimum, car nous l'avons vu pour la part retraite, dans cette surcharge, une incertitude règne et l'hypothèse que nous faisons tout à l'heure de mécomptes pouvant survenir parce que l'expérience montrera qu'un des éléments de calcul n'est pas exact, ou par suite d'une baisse du taux de l'intérêt, conserve toute sa force, toute sa valeur dans le cas où la charge ultime de ces dépenses supplémentaires que l'on a cherché à engager si légèrement, retomberait sur l'État.

Est-ce au moment où le problème des retraites ouvrières pour toutes les catégories de travailleurs, en discussion devant le Parlement, vont voir leur solution peut-être retardée parce qu'elles nécessiteront une annuité immédiate de plus de 100 millions qui s'élèvera jusqu'à 250 ou 300 millions, que l'État va accepter cette dépense supplémentaire de 140 à 190 millions ?

Le dernier congrès du Syndicat national des travailleurs des chemins de fer tenu à Paris les 11, 12 et 13 mai 1905 ne l'a même pas demandé, puisque tout en insistant pour que le contre-projet transactionnel fût adopté, il a décidé de faire porter tout son effort immédiat sur la partie relative aux retraites, la plus urgente et la seule que puisse faire aboutir à bref délai la pression des syndicats ouvriers sur le Sénat, ainsi que le montre l'ordre du jour suivant :

« Considérant qu'une agitation est nécessaire pour faire aboutir la question des retraites du projet transactionnel, le congrès décide, etc. (1)... »

Ainsi donc à l'heure actuelle la question de la réglementation du travail, telle qu'elle était établie par la proposition de loi Berteaux, peut être considérée comme abandonnée par les intéressés eux-mêmes. Tous les efforts portent sur les retraites.

Pendant son voyage en Algérie au mois d'octobre 1905, le ministre des Travaux publics a déclaré à Tlemcen qu'il ne pouvait que conclure à l'abandon de la première partie du projet de loi relative à la réglementation du travail et aux congés, pour tâcher de donner à la seconde partie une solution raisonnable et admissible.

Et par là il faut entendre, pensons-nous, que les charges imposées de ce chef aux six grandes Compagnies, non plus par le projet Berteaux mais par le contre-projet transactionnel lui-même, sont beaucoup trop lourdes pour qu'il puisse être question de les voir voter par le Parlement.

C'est donc un contre-projet à la seconde partie du contre-projet transactionnel qu'élaborerait le ministre des Travaux publics et qu'il soumettrait au Parlement.

En l'absence de document officiel on est réduit à faire des conjectures sur son texte, mais il ne paraît pas improbable que le nouveau contre-projet conservera de l'ancien l'extension de la retraite à toutes les catégories du personnel, mais qu'il s'en écartera sur la question du prélèvement. Si l'on en croit certains on-dit, dignes de foi, les Compagnies seraient obligées d'affecter sous forme de prélèvement sur les salaires et de contributions gracieuses les 17 p. 100 de la valeur des salaires — alors qu'aujourd'hui ils sont de 16 p. 100. — Ce serait là une base acceptable de discussion et une amélioration sérieuse susceptible d'être réalisée à bref délai.

(1) *L'Humanité* du 13 mai 1905.

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

SOMMAIRE. — Le soufre américain en Europe. — Les propriétés du fer-carbonyle, par Sir James Dewar. — Étude chimique des combustibles fossiles, par M. L. Lemièrre. — La liquéfaction de l'air appliquée à la préparation de l'oxygène et de l'azote. — Sur l'utilisation de l'azote atmosphérique. — L'emploi de l'hydrogène au gonflement des ballons russes de l'armée de Mandchourie. — A propos de l'emploi des hydrosulfites en sucrerie et en raffinerie. — L'acide formique en distillerie. — Consommation en France des alcools dénaturés. — La désinfection par les fumées. — Sur l'épuration des eaux d'égout. — Sur le vieillissement des liquides alcooliques. — Absorption des solutions métalliques par les textiles, par W. Schellens. — Sur la détermination des sensations colorées, par Sir W. de W. Abney. — Caractérisation du sumac. — Estimation de la valeur des chiffons de dégraissage.

LE SOUFRE AMÉRICAIN EN EUROPE

La concurrence commerciale et industrielle des États-Unis va-t-elle s'attaquer aux produits européens de la grande industrie chimique ? Il peut être intéressant de noter ici qu'un premier envoi de soufre américain a été fait à la fin de 1904, de la Nouvelle-Orléans à Marseille ; ce premier envoi comprenait 3 000 tonnes de soufre brut. C'est une concurrence directe au soufre de la Sicile, qui nous en envoie près de 100 000 tonnes par an.

Le soufre d'origine américaine est très intéressant par son nouveau mode d'extraction. Il provient de gisements connus depuis près de quarante ans, à Calcasien-Parish dans la Louisiane, en plein centre d'exploitations du pétrole. L'exploitation du soufre se fait d'une façon toute spéciale. Un inventeur américain y applique l'eau surchauffée qu'il envoie sous pression au moyen de tuyauteries concentriques. Le soufre, fondu par la chaleur, monte sous l'action de la pression, dans une série de tubes entourés par l'eau surchauffée, et il est poussé jusqu'à la surface du sol à partir d'un gîte dont la profondeur est de 130 mètres environ. La richesse du gisement est évaluée à 40 millions de tonnes ; l'industriel à qui est dû ce procédé original, *Herman Frasch*, en retirait de 20 à 30 000 tonnes par mois ; c'était la production moyenne par forage, d'après les indications fournies par M. Hart. Ces chiffres ont d'ailleurs subi de grandes variations.

LES PROPRIÉTÉS DU FER-CARBONYLE, par *sir James Dewar* et *H. Owen Jones*.

L'illustre professeur de l'Université de Cambridge a donné à la Royal Society de Londres un mémoire étendu sur les propriétés physiques et chimiques du fer-carbonyle, en suite au mémoire qu'il a donné en 1903 sur le nickel-carbonyle.

La combinaison du fer et de l'oxyde de carbone a été découverte en 1891 par Mond et Quincke; le composé produit fut appelé pentacarbonyle de fer; il fut isolé, sous forme d'un liquide coloré, et étudié par les docteurs Mond et Langer dans le courant de la même année.

Les connaissances que nous possédons sur cette substance remarquable sont entièrement dues aux derniers de ces deux savants, et à quelques autres travaux isolés; le docteur Gladstone notamment a déterminé l'indice de réfraction et le docteur Perkin, la rotation magnétique. Ces dernières constantes ont une valeur très élevée et le composé est diamagnétique. Des propriétés aussi remarquables devaient faire naître un intérêt considérable pour ce composé; cependant la difficulté d'en préparer des quantités un peu grandes a sans doute été la cause qui retarda son étude plus complète.

Les auteurs du présent travail ont étudié les conditions de sa formation ainsi que ses propriétés chimiques et physiques. Les différences entre le fer et le nickel-carbonyle ont été l'objet d'une attention particulière, en ce qui concerne la formule, la couleur, la stabilité et surtout l'action de la lumière.

Le fer-carbonyle liquide est un liquide jaune, de formule $\text{Fe}(\text{CO})_5$ bouillant à $102^\circ, 8$. Il est remarquable que le nickel-carbonyle, dont les sels sont tous très colorés, est incolore, tandis que le fer-carbonyle est coloré, alors que ses sels sont, en général, faiblement colorés.

A la suite des travaux exécutés pour purifier le fer-carbonyle et pour établir sa composition, se trouve la valeur de ses différentes constantes physiques.

Au point de vue des propriétés chimiques, l'action des éléments halogènes sur le fer carbonyle a été étudiée, au moyen de leur dissolution dans le tétrachlorure de carbone. La réaction effectuée dans un nitromètre a permis ainsi de mesurer le gaz dégagé et d'examiner le résidu.

L'hydrogène sulfuré n'a pas d'action. L'acide nitrique donne un mélange de nitrates ferreux et ferrique. L'acide sulfurique concentré agit rapidement et donne du sulfate ferreux pur, avec mise en liberté d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

ÉTUDE CHIMIQUE DES COMBUSTIBLES FOSSILES, par *M. L. Lemièrre*.

M. L. Lemièrre, ancien ingénieur principal aux Houillères de Montvicq, a présenté à la Société de l'industrie minière de Saint-Étienne un mémoire très développé sur la formation et la recherche des divers combustibles fossiles. Nous avons là une étude faite au double point de vue chimique et stratigraphique, et nous extrayons de sa préface les conclusions qui suivent :

« Il demeure acquis à présent, dit M. Lemièrre, que les combustibles minéraux, dans la plus grande partie de leur masse, sont dus à des accumulations végétales formées par les eaux et recouvertes de sédiments. La science, après bien des controverses, en est revenue à l'explication prime-sautière donnée par Bernard Palissy (1590) et reprise par Buffon (1788) et de Jussieu (1836); mais encore le problème, ramené en ce point, comporte-t-il deux questions principales, l'une mécanique et l'autre chimique.

1° Comment se sont produites ces accumulations végétales? Se sont-elles formées sur le sol même de végétation (formation autochtone) ou bien à une distance plus ou moins grande (formation allochtone)? Sous une forte épaisseur d'eau ou sous une

faible? De quelles espèces végétales proviennent-elles? La flore a-t-elle varié pendant la formation d'un faisceau de couches?

2° Comment les végétaux se sont-ils transformés en houille? Sous quelles influences leur organisation a-t-elle disparu pour faire place à une matière noire, non organisée, souvent amorphe, présentant pourtant quelquefois des apparences de structure organique en partie soluble, en partie insoluble dans les dissolvants ordinaires des hydrocarbures, matière qui est la houille?

Est-ce une action microbienne ou toute autre? Par la force des choses et en raison de la complexité même du problème, cette deuxième question capitale s'est en effet posée la dernière; avant de s'en occuper, il fallait prouver que la houille était formée par entassement de végétaux; mais, aujourd'hui, je crois, dit M. Lemièrre, qu'on doit mettre la question chimique en tête d'une étude sur la formation des combustibles fossiles, avec d'autant plus de raison que pendant la transformation même, il se produisait toujours des matières qui jouèrent un rôle important au sein de la masse végétale soit pour l'agglomérer, soit pour y introduire des charbons d'une espèce particulière.

Voilà pourquoi le chapitre I^{er} de cette étude est consacré à la transformation des tissus végétaux en combustibles fossiles.

Il ne paraît plus douteux que le processus de cette action chimique ne soit ordinairement microbien. Cette conception, entrevue par M. van Tieghem il y a vingt ans, a été fortifiée d'année en année par les travaux de M. Ch. E. Bertrand et de M. B. Renault et, en dernier lieu, les publications de M. B. Renault dans l'*Industrie minière* (1899 et 1900) ne permettent plus de mettre en doute l'intervention *presque constante* des ferments dans la genèse des combustibles minéraux... L'action des microbes, soit aérobies, soit anaérobies, l'absence de saisons à la surface du globe jusque dans les temps secondaires, la présence des antiseptiques provenant du travail bactérien lui-même ou bien préexistant dans les eaux ambiantes, m'ont permis d'expliquer les variétés de combustibles, leurs formations contemporaines et leurs interventions dans la série des âges géologiques.

Cependant j'ai déjà dit plus haut que les actions des ferments ne paraissent plus exclusives dans la formation de la matière fondamentale des combustibles; j'y reviendrai plus loin au § 1 du chapitre II (gélose et boues aseptiques).

Le chapitre II, après avoir fait une catégorie spéciale des roches à grain fin qui se sont formées sous l'influence des actions ioniques et autres encore inconnues, étudie celles qui se sont formées sous l'action de la pesanteur et n'est autre chose qu'une théorie mathématique de la formation des couches de houille; pour beaucoup de personnes habituées à constater l'allure capricieuse des couches, ces mots semblent jurer de se trouver associés. Il n'en est rien cependant.

Les éléments des roches se classent en ordre différent suivant qu'ils tombent en eau immobile ou suivant qu'ils sont emportés par un courant superficiel; lequel de ces modes a prévalu dans les formations houillères?

Nous verrons que les deux modes de classement ont joué leur rôle...

En effet, nous verrons, dans le chapitre II, que théoriquement les couches ont dû se déposer sur des surfaces coniques préexistantes et que, pratiquement, on retrouve ces formes plus ou moins altérées par des failles, des tassements ou des compressions postérieures à la formation...

Ces notions théoriques seraient vaines si elles ne trouvaient pas une application

pratique immédiate aux bassins lacustres de la Loire, du Centre, etc., et au bassin marin franco-belge. Dans chacun d'eux, je donne des exemples évidents de formations coniques qui justifient la théorie précédente et peuvent guider dans les recherches futures.

Le chapitre III est une application des deux premiers...

La question à concilier les actions microbiennes avec les faits stratigraphiques a été traitée avec ampleur et récemment (1900) par M. Stainier, membre de la commission de la Carte géologique de Belgique.

Indépendamment de toute autre action, la théorie des ferments, jointe à celle des formations coniques, a permis d'expliquer à la fois les lois générales et les anomalies. C'est là certainement une preuve *a posteriori* très convaincante.

Si les trois chapitres dont je viens de faire une analyse sommaire ne renfermaient rien de nouveau sur la question, ou ne pouvaient y faire jaillir quelque lueur, mieux vaudrait les laisser au néant que de grossir inutilement la littérature déjà si touffue sur la formation de la houille.

Sauf erreur ou insuffisance de documentation, je suis convaincu qu'on y trouvera des solutions nouvelles ou plus approfondies sur les points suivants :

1° L'assimilation à la fermentation alcoolique explique par un exemple pratique comment la fermentation houillère s'est arrêtée en chemin et n'a pas détruit toute la cellulose; c'est parce que les ferments succombent au milieu des produits de leur activité vitale qui deviennent pour eux des toxiques, autrement dit des antiseptiques.

Ces observations pratiques viennent à propos pour confirmer l'hypothèse de ces actions microbiennes qui ont dû commencer dans les conditions aérobies sur le sol même des forêts de l'époque houillère où s'accumulaient les débris végétaux, pour s'achever ensuite dans des conditions anaérobies dans les profondeurs des lacs ou des estuaires.

2° Dans la fermentation des fumiers, c'est-à-dire pendant l'action des purins sur la cellulose, il se produit actuellement des dégagements de gaz et des sels nitrés solubles dans l'eau; est-il possible que ce mode de fermentation ait jamais pu produire des combustibles sous forme de résidus insolubles dans l'eau ambiante ?

3° L'influence des saisons terrestres qui ne s'est fait sentir qu'à partir du milieu du crétacé, les variations climatiques locales qui ont existé à toute époque, produisant des différences sur les tissus ligneux, les antiseptiques et les espèces microbiennes expliquent les variétés de combustibles et leurs interversions.

4° La fermentation houillère a produit non seulement des gaz, mais encore des hydrocarbures liquides plus légers que l'eau; que sont devenues ces matières ?

5° La théorie mathématique que j'ai établie s'applique aux profils sédimentaires en général et ensuite à la formation des couches de houilles en particulier. Elle explique la variation de la structure interne des roches et de l'allure des couches suivant la profondeur à laquelle elles se sont formées par suite de la variation des lois d'équivalence; elle permet de concilier les variations dans la nature des combustibles dues aux actions microbiennes ou autres avec les variations observées stratigraphiquement d'un point à l'autre des mêmes gisements; enfin, elle permet de déterminer la position des courants qui apportèrent les végétaux et la répartition des zones de charbon plus ou moins riches en matières volatiles. »

LA LIQUÉFACTION DE L'AIR APPLIQUÉE A LA PRÉPARATION DE L'OXYGÈNE ET DE L'AZOTE

La comparaison de la température de liquéfaction de l'azote, — 192° , et de la température de liquéfaction de l'oxygène — 182° , a porté les inventeurs à utiliser cette différence pour extraire industriellement l'oxygène de l'air. M. G. Claude a fait récemment sur cette question plusieurs communications à la Société des ingénieurs civils de France et à l'Académie des Sciences.

Voici quelques extraits du procès-verbal de la séance de la Société des ingénieurs civils. En attendant la publication du mémoire même de l'inventeur, on trouvera les figures de ses machines dans l'un des derniers numéros du *Génie Civil*.

Pour liquéfier un gaz, il faut le refroidir au-dessous de sa température critique, et le soumettre en même temps à l'action d'une pression suffisante. Ce n'est pas une petite affaire que ce refroidissement quand, comme c'est le cas pour l'air, il faut chercher le point critique à — 140° . Heureusement nous possédons dans la détente de l'air comprimé un moyen extrêmement puissant pour réaliser ce refroidissement.

Jusqu'en ces dernières années, le seul procédé employé pour effectuer la détente consistait à faire écouler, par un simple robinet, de l'air comprimé à 200 atmosphères et plus (Hampson, Tripter, Linde, etc.).

Au lieu de faire écouler l'air comprimé par un simple robinet, sans lui opposer de résistance, nous pouvons lui faire céder pendant sa détente tout le travail possible. Le travail produit étant ici bien plus grand, l'effet frigorifique sera bien meilleur. Nous pouvons ainsi nous contenter de pressions de 30 à 40 atmosphères, nous réaliserons une certaine *récupération* de l'énergie dépensée pour la compression, et, malgré les faibles pressions employées, le rendement pourra être bien meilleur.

Grâce aux propriétés remarquables d'incongelabilité de l'éther de pétrole, il a été possible de résoudre très simplement le problème de la lubrification aux basses températures, qui avait été la grosse pierre d'achoppement de ses prédécesseurs; l'air liquide se chargeant ensuite de graisser la machine dès que la température de liquéfaction y est atteinte. M. Claude a, dit-il, pu obtenir la marche indéfinie des machines de détente à air liquide dans des conditions de facilité et de régularité absolument comparables à celles des machines à vapeur, et avec des pressions ne dépassant pas 30 ou 40 atmosphères.

M. Claude expose qu'il a imaginé d'intercaler sur le trajet de l'air détendu sortant de la machine, et avant son entrée dans l'échangeur, ce qu'il appelle un *liquéfacteur*, c'est-à-dire un faisceau tubulaire alimenté par une partie de l'air comprimé et froid du circuit d'alimentation de la machine. Sous l'effet combiné de sa pression et de la température très basse de l'air détendu qui circule autour de lui, cet air va se liquéfier, mais en raison de sa pression il va se liquéfier vers — 140° seulement. L'air détendu extérieur, qui doit céder à l'air comprimé, pour le liquéfier, une partie de son froid, se réchauffera donc jusque vers — 140° . Pénétrant dans l'échangeur à cette température et non plus à — 190° , il refroidira beaucoup moins l'air comprimé.

Dans ces conditions, toute la liquéfaction, au lieu de s'accomplir dans la machine, sera reléguée dans le liquéfacteur. Il faudra donc ici ne plus compter sur l'autolubrification et graisser d'une manière permanente à l'éther de pétrole, mais ceci même sera un avantage de plus, puisque l'air liquide n'est, a-t-il été dit, qu'un médiocre lubrifiant.

C'est ce perfectionnement de la *liquéfaction sous pression* qui a permis de rendre pratique la détente avec travail extérieur et d'atteindre des rendements déjà supérieurs aux meilleurs obtenus par la détente sans travail extérieur.

M. G. Claude en arrive alors à l'extraction de l'oxygène, basée, comme on sait déjà, sur la très grande différence des volatilités de l'oxygène et de l'azote. Lorsque de l'air liquide s'éva-

pore, l'azote part surtout au début, l'oxygène à la fin. En même temps, la température d'ébullition du liquide se relève et, partie de -193° , aboutit au point d'ébullition de l'oxygène pur, soit $-180^{\circ},5$. Donc, l'air liquide est d'autant plus froid qu'il est plus riche en azote : ceci donnera la clef de son rôle dans la *rectification*.

Ainsi, voilà un premier procédé d'obtention de l'oxygène : évaporer de l'air liquide, recueillir à part les dernières parties de l'évaporation. Seulement, beaucoup d'oxygène s'échappe, au cours de l'évaporation, à des teneurs inutilisables. Si on voulait fabriquer, par ce procédé, de l'oxygène titrant 90 p. 100 seulement, on n'en pourrait recueillir plus de 20 litres par kilogramme d'air liquide évaporé. Cela mettrait le prix du mètre cube à 30 chevaux-heure, trois fois plus que par l'électrolyse.

Le principe de la récupération du froid, signalé en 1892, par Parkinson, va permettre d'améliorer le rendement.

Au lieu d'évaporer l'air liquide sur un foyer, ou par la seule chaleur ambiante, qui y suffit amplement, on se sert d'un dispositif identique à celui réalisé dans l'industrie dans l'évaporation de la vapeur. Un faisceau tubulaire est immergé dans le liquide à évaporer. De l'air comprimé à 3 ou 4 atmosphères arrive dans ce faisceau, déjà refroidi à sa température de liquéfaction par sa circulation dans un échangeur, en sens inverse des gaz vaporisés dont il retient le froid. Cet air se liquéfie en provoquant la vaporisation du liquide extérieur, et la quantité d'air liquide qui se reconstitue est sensiblement équivalente à celle qui s'évapore. L'appoint à fournir par la machine à air liquide pour combler le déficit est très faible, et chaque litre d'air liquide, fourni par cette machine, peut ainsi arriver à traiter jusqu'à 25 ou 30 kilogr. d'air atmosphérique. A mesure que l'air liquide extérieur s'évapore, la teneur des gaz vaporisés, partie de 7 p. 100, s'élève. Dès qu'elle est jugée suffisante, on recueille l'air suroxygéné produit. L'appareil ainsi conçu est discontinu, mais rien n'est plus facile que de le rendre continu.

M. Claude dit qu'il a pu montrer que pour tous les mélanges gazeux, le phénomène de la condensation de l'air est l'inverse de celui de sa vaporisation, et si l'on astreint de l'air à se liquéfier progressivement, les premières parties du liquide formé sont particulièrement riches en oxygène.

M. Claude a pu appliquer ce fait dans des conditions avantageuses, grâce au dispositif de la liquéfaction partielle avec retour en arrière : l'air froid sous pression, lors de son ascension dans un faisceau immergé dans le liquide à évaporer, se liquéfie partiellement, les parties liquides refluant, dès leur formation, en sens inverse des gaz ascendants et les épuisant en oxygène, en sorte que l'air à traiter abandonne un liquide détenant la totalité de l'oxygène et pouvant titrer jusqu'à 48 p. 100, tandis que plus de moitié de cet air s'échappe à la partie supérieure, à l'état d'azote pratiquement pur et sans avoir eu besoin d'être liquéfié.

Dans ce qui précède, l'ambition s'est bornée à l'air suroxygéné, seul résultat que permette la vaporisation fractionnée. Elle va se hausser maintenant jusqu'à l'oxygène pur, grâce à l'entrée en scène des procédés de *rectification*.

Dans le système, imaginé par un collaborateur de M. G. Claude, M. R. Lévy, de l'oxygène liquide pur se vaporise en provoquant la liquéfaction totale d'air froid sous pression. Une partie de l'oxygène vaporisé est soutiré à l'extérieur pour être utilisé ; le reste monte dans une colonne de rectification ordinaire en sens inverse et au contact du liquide récupéré à 21 p. 100, qui est déversé en haut de la colonne et s'écoule de plateau en plateau. Dans sa descente, cet air liquide, en raison de la température très basse qu'il doit à sa teneur élevée en azote, condense énergiquement l'oxygène des gaz ascendants, tandis que de l'azote se vaporise. Ce liquide descendant s'enrichit donc progressivement et arrive au bas à l'état d'oxygène liquide absolument pur.

Dans ce procédé, les deux tiers de l'oxygène de l'air traité sont recueillis à l'état pur. On ne peut lui reprocher que de laisser échapper en haut de la colonne de l'azote souillé, comme dans tous les procédés basés sur la liquéfaction totale, de 7 p. 100 d'oxygène.

Il s'agit de retenir ces 7 p. 100 de manière à obtenir, d'une part, de l'azote pur dont l'utilité industrielle est considérable, et à réaliser, d'autre part, l'intégralité du rendement en oxygène.

M. Claude dit qu'il a pu arriver à ce résultat dans des conditions de simplicité très grande en combinant, avec la rectification, son procédé de retour en arrière. L'air à traiter arrive à la partie inférieure d'un faisceau immergé dans le liquide à évaporer, qui est ici encore de l'oxygène liquide pur.

En montant dans ce faisceau, il se liquéfie partiellement en donnant un liquide détenant tout l'oxygène pouvant titrer jusqu'à 48 p. 100, et un résidu gazeux formé d'azote pratiquement pur. Celui-ci, pénétrant de haut en bas dans un second faisceau concentrique au premier, achève de s'y liquéfier en fournissant, en conséquence, de l'azote liquide.

Le liquide riche formé dans le premier faisceau est envoyé, grâce à sa pression, se déverser d'une façon continue à la partie médiane de la colonne de rectification, et épuise les gaz ascendants jusqu'à concurrence de 21 p. 100.

L'azote liquide est déversé tout à fait au sommet de la colonne et soumet les gaz à 21 p. 100 de la première rectification à une rectification complémentaire qui les épuise complètement en oxygène. La totalité de l'azote, à l'état pratiquement pur, sort donc au sommet de la colonne; la totalité de l'oxygène, à un état purement analogue, sort au niveau du vaporiseur. Ainsi, dit M. G. Claude, est réalisée, par des moyens dont on appréciera la simplicité, la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur.

Deux appareils fonctionnent sur ces bases à l'usine de la Société l'Air liquide, à Boulogne-sur-Seine : l'un peut fournir par jour 700 mètres cubes, l'autre 1 000 mètres cubes d'oxygène à 96-98 p. 100.

À la suite de cette communication de M. Claude, M. Ch. Bardot qui, depuis septembre 1904, fabrique de l'air liquide et de l'oxygène par les procédés de M. Linde, dit que c'est en juillet 1895 que ce professeur est arrivé à mettre au point l'appareil à détente et à contre-courant, pour obtenir industriellement l'air liquide; qu'à l'Exposition de 1900, M. Linde ne cachait pas aux visiteurs de son installation, qu'en cherchant la liquéfaction de l'air en 1895, il ne poursuivait pas d'autre but que la séparation de l'air en ses deux éléments au moyen de la distillation. Il montrait en même temps qu'en laissant évaporer l'air liquide, le résidu obtenu était assez riche en oxygène pour déterminer avec le fulminate de mercure l'explosion du coton arrosé avec ce liquide. Deux ans avant, en 1898, pour le percement du Simplon, il avait installé à l'entrée du tunnel une fabrique d'air liquide, donnant, par une rectification discontinue, l'oxygène utilisé aux essais d'abatage par ce nouvel explosif qu'il avait dénommé « l'oxyliquit ». En 1902, au Congrès des Ingénieurs allemands à Dusseldorf, M. Linde donnait la description de l'appareil continu qu'il employait pour la séparation de l'air en ses deux éléments (les textes originaux se trouvent à la bibliothèque de la Société dans le *Journal de l'Association des Ingénieurs allemands*, de 1902).

M. Linde expliquait d'abord qu'il produisait l'air liquide au moyen du froid de détente de l'air comprimé, air dont il abaissait graduellement la température avec un appareil à contre-courants. Il rappelait ensuite que l'azote bout à -195° et l'oxygène à -182° , soit entre les deux points d'ébullition une différence de 13 degrés qu'on pouvait utiliser pour obtenir la séparation des deux éléments par rectification. Sa communication est illustrée de figures, et sa figure 7 donnait la forme actuelle du rectificateur qu'il employait en faisant remarquer que ce rectificateur était au centre même de l'appareil à contre-courants. L'air comprimé est amené dans le pied du rectificateur, à l'intérieur d'un faisceau tubulaire de forme un peu spéciale; refroidi extérieurement par de l'oxygène liquide. Ce faisceau tubulaire spécial est précisément celui représenté en ce moment par M. Claude sous l'étiquette « Distillation par la vapeur ». L'air se condense dans ce faisceau tubulaire, ruisselle dans la partie inférieure de ce faisceau, et, de là, remonte, liquéfié, à la tête de la colonne de rectification où il se déverse d'une façon ininterrompue. M. Linde ajoutait en propres termes : « Cette colonne de rectification est de forme quelconque, elle pourrait même, comme l'indique Hempel, être

simplement formée d'un vase cylindrique rempli de perles de verre. » L'air liquide, en descendant dans cette colonne, rencontre les produits vaporisés de la bouillotte inférieure d'oxygène. Ces appareils s'analysent dans le liquide descendant, l'oxygène se liquéfiant dans le liquide et vaporisant une quantité équivalente d'azote qui passe dans le courant gazeux. Ce courant gazeux, disait encore textuellement le professeur Linde, s'échappe en haut de la colonne de rectification avec une teneur de 7 p. 100 d'oxygène. » Une description faite avec autant de précision et sur les moyens employés et sur les résultats obtenus ne laisse aucun doute sur l'état de la question au milieu de l'année 1902, lors du Congrès de Dusseldorf.

M. Claude a demandé six mois après (en janvier 1903) son premier brevet, puis, un an après (le 3 juin 1903) en collaboration avec M. Lévy, un nouveau brevet pour la séparation de l'air en ses éléments au moyen d'une colonne de rectification. Donc en 1902, à l'époque du Congrès de Dusseldorf, M. Linde fabriquait déjà industriellement en Allemagne l'oxygène par distillation de l'air liquide. Au mois de janvier 1904, M. Bardot ayant vu à Munich, chez M. Linde, un appareil produisant 40 mètres cubes à l'heure d'oxygène, et ayant constaté que le gaz sortait de cet appareil à 98 p. 100 de pureté, a fait installer chez lui, à Paris, un appareil semblable pour retirer l'oxygène de l'air. Son usine a été mise en marche en septembre 1904, et depuis elle fonctionne de jour et de nuit sans interruption. A la fin de ce mois, une seconde installation doit être mise en service.

M. Bardot ajoute que ces appareils travaillent normalement à 70 kilogr. de pression seulement, et souvent à moins, et que pour une petite installation de 2 mètres cubes d'oxygène à l'heure la force nécessaire par mètre cube d'oxygène est de 5 ch., tandis que pour une installation de 1 000 mètres cubes à l'heure, la force ne serait que de 1,50 ch. En comptant le cheval 0 fr. 03, le prix de revient de l'énergie nécessaire à la fabrication de 1 mètre cube d'oxygène varie entre 0 fr. 15 et 0 fr. 045.

On peut donc dire que, dans les différents éléments qui établissent le prix de revient de 1 mètre cube d'oxygène, le prix de l'énergie employée pour produire cet oxygène est désormais, avec les appareils Linde, quantité négligeable, les charges du capital et les frais généraux d'administration ont, de beaucoup, l'influence prépondérante,

Pourtant, en dépit de son extrême efficacité, la détente avec travail extérieur ne nous amènerait directement qu'à -60° ou -80° au plus, et, pour liquéfier l'air, il nous faut descendre au dessous de -140° , température critique de ce gaz. On arrive à cette amplification du refroidissement par le procédé bien connu de l'échangeur de températures, indiqué par Siemens dès 1857.

SUR L'UTILISATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

La question de l'azote libre de l'atmosphère et de son utilisation directe pour la préparation de l'acide nitrique, des nitrates et des engrais, continue à passionner le public. Ces Notes de chimie ont parlé, dès le n° de février, du procédé norvégien de C. Birkeland et S. Eyde pour la préparation de l'acide nitrique, et antérieurement du procédé de Erlwein pour la préparation du cyanimure de calcium.

M. Th. Schlœsing fils a donné récemment une communication à l'Académie des Sciences où il parle du procédé C. Birkeland et S. Eyde (séance du 13 novembre); MM. Müntz et Lainé ont donné également à l'Académie des Sciences une communication sur la production intensive des nitrates (séance du 27 novembre). Voici ces deux intéressantes communications.

Nitrates et nitrites, par M. Th. Schlœsing fils. — « Le nitrate employé aujourd'hui comme engrais est, d'une manière générale, le nitrate de soude. Il n'est guère douteux que le nitrate de chaux puisse, à égalité d'azote, être considéré comme équivalent; tout au moins est-il permis de dire que ce dernier représente une matière fertilisante

de premier ordre; car l'azote, après la nitrification naturelle dans les sols, doit se présenter ordinairement aux racines qui l'utilisent si bien, à l'état de nitrate de chaux. Malgré sa très grande probabilité, il n'est pas tout à fait inutile de vérifier expérimentalement cette équivalence, en raison de l'intérêt que l'usage du nitrate de chaux emprunte à des circonstances nouvelles.

La fabrication de l'acide nitrique avec les éléments de l'air, à l'aide d'un four électrique, fabrication qui dès maintenant fonctionne en Norvège (procédé Birkeland et Eyde), outre qu'elle prépare sans doute des changements importants dans l'industrie chimique, est appelée à avoir aussi son retentissement sur les errements de l'agriculture. Elle peut, en effet, fournir des quantités considérables de nitrates de chaux s'ajoutant pour le présent aux nitrates de soude du Chili et capables de les remplacer le jour où ils disparaîtront par épuisement.

C'est sur le nitrate de chaux de cette provenance, à 13 p. 100 d'azote, que j'ai expérimenté. L'essai a porté en même temps sur des nitrites. La fabrication citée plus haut donne une partie de l'azote oxydée à l'état de nitrite de chaux qu'elle transforme en nitrate, les nitrites ne se consommant pas actuellement comme engrais. Mais faut-il réellement proscrire les nitrites? Sont-ils nuisibles à la végétation, sont-ils utilisés par elle? Voici quelques résultats d'expériences sur ces questions. »

Culture en pots de maïs jaune gros (juillet-octobre 1905). — Dans chaque lot, 9 kilogrammes terre de Boulogne + 0^{gr},405 P²O⁵ (superphosphate) + 1^{kg},500 sulfate de potasse. Nitrates et nitrites ajoutés, en dehors des témoins, à raison de 0,200 d'azote pour 7 kilogrammes de terre, soit 80 kilogrammes environ à l'hectare.

	Témoins sans addition d'azote.	Nitrite de soude et nitrite de chaux (moyenne).	Nitrate de soude.	Nitrate de chaux de Norvège.
Poids des récoltes sèches. . . .	43 ^{gr} ,3	54 ^{gr} ,6	54 ^{gr} ,2	54 ^{gr} ,0

Sous la même dose d'azote, nitrates et nitrites mis en œuvre se sont montrés également efficaces; la perfection de l'égalité est peut-être d'ailleurs un peu fortuite. Ces expériences sont à continuer. »

Recherches sur la nitrification intensive, résumées par MM. A. Müntz et Lainé. — « Partant de l'idée que les moyens d'action de la guerre moderne reposent presque toujours sur l'emploi des explosifs, qui la plupart dérivent du nitre, MM. Müntz et Lainé se sont demandé ce qu'il arriverait dans le cas d'une guerre où la France ne serait pas maîtresse de la mer et ne pourrait plus s'approvisionner aux gisements de nitrate du Pérou.

Avec l'énorme consommation de munitions que font les armées actuelles de terre et de mer, et dont les péripéties de la guerre russo-japonaise ont donné un exemple récent, les arsenaux seraient vite épuisés, et les arrivages d'outre-mer devenant impossibles, il faudrait, comme pendant les guerres de la Révolution et de l'Empire, recourir à la fabrication indigène du nitre, par le lavage des terres de caves et d'écuries et par l'établissement de nitrières artificielles.

Mais ce qui a pu suffire à nos ancêtres suffirait-il aujourd'hui? On peut répondre hardiment que non et qu'il s'en faudrait de beaucoup. Nous serions donc exposés à un manque de munitions. Autrefois, MM. Schlösing et Müntz avaient démontré que la nitrification est le résultat de l'action microbienne, soit d'une véritable fermentation. Les infiniment petits emmagasinent sans bruit, au sein de la terre, dans le nitre

qu'ils forment, une sorte d'énergie que les explosifs mettent ensuite en œuvre en les développant brusquement.

MM. Müntz et Lainé ont pensé qu'en mettant à profit les notions nouvelles sur la nitrification, on pourrait arriver à établir des nitrières à action beaucoup plus rapide et à rendements beaucoup plus élevés que celles d'autrefois, avec lesquelles il fallait des années pour obtenir de maigres récoltes.

Leurs études ont pleinement réussi.

Elles ont montré qu'en faisant couler une solution de sel ammoniacal sur un lit de noir animalensemencé d'organismes nitrificateurs, on pouvait arriver à une intensité de nitrification telle qu'une nitrière de 1 hectare de superficie pouvait donner 16 000 kilogrammes de salpêtre par jour, soit plus de 6 millions de kilogrammes par an. En établissant des nitrières terreuses, fréquemment labourées, maintenues humides, dans lesquelles ils introduisaient graduellement des sels ammoniacaux, ils ont pu y produire en un court temps une si grande accumulation de nitre, que ces matériaux se trouvaient imprégnés de solutions concentrées allant jusqu'à 90, 140 et même 160 grammes de salpêtre par litre.

Ces résultats peuvent donc nous rassurer sur la possibilité de produire le nitre nécessaire à la défense nationale, dans le cas où les approvisionnements d'outre-mer se trouveraient supprimés. »

L'EMPLOI DE L'HYDROGÈNE AU GONFLEMENT DES BALLONS RUSSES DE L'ARMÉE DE MANDCHOURIE

Le dernier numéro de la *Revue du Génie militaire* donne les renseignements suivants sur le gonflement des ballons par l'hydrogène préparé à partir de l'aluminium au lieu du fer.

Le colonel Kovanko, chef de la section aéronautique militaire russe, avait choisi ce mode de préparation, en raison des conditions spéciales dans lesquelles opérait l'armée de Mandchourie. Il fallait, d'une part, supprimer les transports de l'avant à l'arrière, ce qui excluait l'emploi d'hydrogène comprimé, et, d'autre part, diminuer le poids des réactifs à employer. Ce procédé à l'aluminium, conformément à la réaction : $2\text{Al} + 6\text{NaOH} = \text{Al}_2(\text{ONa})_6 + 6\text{H}_2$, satisfait aux conditions de légèreté et de simplicité; en outre, sa rapidité de production n'est limitée que par le temps nécessaire au refroidissement du gaz.

L'appareil consistait en deux récipients, montés chacun sur une voiture à deux roues; l'un servait de générateur, l'autre de refroidisseur. Quatre batteries semblables entraient dans la composition du parc d'une compagnie d'aérostiers de campagne, et permettaient de gonfler en une demi-heure un ballon de 640 mètres cubes.

L'un des récipients contenait une dissolution de une partie de soude dans deux parties d'eau. On y descend, au moyen d'un panier à claire-voie, et d'un treuil, des rognures d'aluminium de 2 millimètres d'épaisseur, en morceaux grands comme la main. Le gaz, qui se dégage aussitôt, passe dans le second récipient ou refroidisseur, qui est parcouru par un courant d'eau envoyé par une pompe. L'appareil, comprenant deux cylindres de 2 mètres de hauteur sur 50 centimètres de diamètre, avec son refroidisseur de 1^m,80 de hauteur, à section ovale, fournit, en vingt minutes, 32 mètres cubes de gaz. Un animal de bât peut porter deux de ces cylindres.

Le prix de revient de l'hydrogène obtenu avec la soude et l'aluminium est très élevé, 8 à 10 francs le mètre cube. Ce mode de préparation exige en outre, comme la plupart des procédés chimiques, une très grande quantité d'eau. Les avantages du procédé « à l'aluminium et à la soude » résultent presque uniquement du faible poids des réactifs à transporter (5^{kg},5 par mètre cube de gaz); ce n'est donc en définitive que dans les cas où les transports sont particulièrement difficiles à assurer qu'il devient profitable de recourir à ce mode de production; encore est-il indispensable d'introduire la restriction suivante, que, même dans ces cas déjà exceptionnels, il est nécessaire de disposer d'eau en abondance dans la région où doivent opérer les aérostats.

A PROPOS DE L'EMPLOI DES HYDROSULFITES EN SUCRERIE ET EN RAFFINERIE

L'acide sulfureux a longtemps rendu de grands services en sucrerie pour combattre la viscosité et la coloration des jus, mais il nécessite l'installation de fours dont la marche demande une surveillance active.

L'acide hydrosulfureux et les hydrosulfites, essayés par M. Ranson vers 1897, se sont montrés très efficaces, mais leur instabilité fit abandonner à ce moment leur emploi. L'apparition des hydrosulfites plus stables devait fatalement ramener l'attention sur leur emploi. L'hydrosulfite de calcium, en particulier, paraît appelé à rendre les plus grands services en sucrerie et en raffinerie, et il a été très employé dans la dernière campagne sucrière.

En présence d'un lait de chaux, il se décompose plus ou moins lentement, suivant la température, en sulfite de chaux qui précipite et en hydrogène. Il constitue un puissant moyen de décoloration et de clarification, diminuant la viscosité des jus sans produire d'inversion.

D'après une communication de M. R. Vasseur au Congrès international de sucrerie et de distillerie de Liège, 1905 (*Bull. de l'Ass. des chimistes de sucrerie*), l'hydrosulfite de calcium s'emploie en diverses phases de la fabrication, notamment pendant la diffusion où il agit comme antifermentescible et décolorant, pendant la première et la deuxième carbonatation où il donne des jus filtrant rapidement, ne formant pas de mousses à l'évaporation, et laissant moins d'incrustations dans le triple effet.

Ajouté aux égouts, il donne une précipitation abondante, et le jus clair envoyé à la cuite serait double de celui qu'on envoyait avant ce traitement. On supprime ainsi les troisièmes jets et on obtient une mélasse contenant très peu de résidu salin.

Ajouté aux sirops, il abrège les cuites et facilite la cristallisation.

Dans une usine on a même obtenu une cuite de deuxième jet, qu'on a pu joindre au premier jet pour être livré comme n° 3. Le rendement en emplis est aussi supérieur.

L'emploi de l'hydrosulfite de calcium amènerait également une économie très marquée en raffinerie, réduisant considérablement l'emploi du noir animal.

L'ACIDE FORMIQUE EN DISTILLERIE

Ces notes ont déjà parlé des emplois si nombreux de l'acide formique et de ses sels dans les industries de la teinture et de l'impression et de leur utilisation dans une voie bien différente, celle de la remise en vigueur d'un organisme affaibli. L'acide formique

a été proposé aussi par *M. Lange* dans la distillerie (*Bull. de l'Ass. des chimistes de distillerie*).

Dans une solution de sucre à 10 p. 100, l'acide formique excite l'activité de la zymase à la dose optima de 0,02 p. 100 du volume. L'acide formique agit comme antiseptique. L'alcool obtenu n'est pas plus abondant que dans les moûts à l'acide lactique, mais il est plus pur. L'acide formique empêche l'acidité mieux que ne le ferait l'acide fluorhydrique, mais ce dernier donne un rendement supérieur.

Pour *M. Lange*, l'acide formique protégeant l'amylase assure la fermentation complémentaire et permet de diminuer le malt; il fait disparaître les infections fortuites. La dose à employer est de 30 à 60 centimètres cubes d'acide formique pur, pour 30 hectolitre de moûts.

CONSUMMATION EN FRANCE DES ALCOOLS DÉNATURÉS

La statistique de la consommation d'alcool dénaturé publiée par le Ministère des finances, comporte, pour les années 1903 et 1904, les nombres suivants en hectolitres :

	1904.	1903.
1 ^o Chauffage et éclairage.	289 748	262 036
2 ^o Vernis.	42 433	41 580
3 ^o Alcool d'éclaircissage.	4 890	2 502
4 ^o Matières plastiques.	18 771	20 095
5 ^o Chapellerie.	238	365
6 ^o Teintures et couleurs.	391	532
7 ^o Présure.	411	142
8 ^o Collodions.	272	446
9 ^o Chloroforme.	174	377
10 ^o Chloral.	302	246
11 ^o Tannins.	1 549	798
12 ^o Produits chimiques et pharmaceutiques.	6 905	41 381
13 ^o Usages scientifiques.	864	519
14 ^o Éthers, fulminates et explosifs.	89 917	63 879
Total.	423 561	374 598

La consommation en 1904 s'est donc accrue de 48 963 hectolitres. L'éclairage et le chauffage accusent à eux seuls une augmentation de 27 712 hectolitres. C'est la conséquence naturelle des nombreux perfectionnements apportés dans ces dernières années aux appareils de chauffage et d'éclairage à l'alcool.

Le classement ci-dessus semble bizarre, il est dressé suivant les divers modes de dénaturation employés selon les cas. *M. Sidersky*, secrétaire du Syndicat de la distillerie agricole, a groupé ces emplois suivant des modes plus rationnels. Il observe que depuis quinze ans la consommation d'alcool exonéré pour la fabrication des vernis, teintures et couleurs, est restée presque stationnaire, mais que celle pour la fabrication des collodions, celluloides et soies artificielles a décuplé, qu'il en est de même de la fabrication des produits chimiques et pharmaceutiques, et que la consommation pour la fabrication des éthers et explosifs a doublé. Voici les données principales extraites de l'un des tableaux qu'il a dressés :

Années.	Alcool exonéré d'impôts (hectolitres à 100°).					Prix moyen de l'alcool fin à 90° coté à la Bourse de Paris.
	Employé au chauffage et à l'éclairage.	Employé aux produits chimiques.	Employé aux usages scientifiques.	Converti en vinaigre.	Consommation totale.	fr. c.
1890	41 430	68 181	231	56 522	166 364	35 71
1900	125 648	95 180	386	54 514	275 728	35 35
1901	153 005	98 131	429	50 576	302 141	28 29
1902	227 253	99 001	406	64 500	391 160	31 40
1903	262 036	112 043	519	55 943	429 941	42 54
1904	289 748	132 949	364	53 298	476 859	43 61

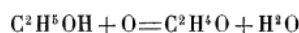
SUR LE VIEILLISSEMENT DES LIQUIDES ALCOOLIQUE

M. A. Trillat (*Bull. de l'Assoc. des chimistes de sucreries*, 1905, n° 5) a présenté au Congrès de Liège le résultat de ses recherches sur le vieillissement des eaux-de-vie et du vin.

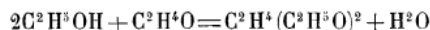
Chaque fois qu'un alcool s'oxyde sous une influence catalytique ou de contact, il y a production d'aldéhyde et en même temps d'acétals. L'aldéhyde disparaît d'autant plus rapidement que l'alcool est plus étendu. Les acétals se forment plus rapidement en présence d'une très petite quantité de chlorure ferrique ou même en présence de traces d'acides chlorhydrique (Fischer).

Les réactions qui rendent compte des modifications chimiques apportées par le vieillissement dans les eaux-de-vie comprendraient trois phases :

1° Aldéhydification du vin



2° Acétalisation



3° Éthérification comprenant l'oxydation plus avancée de l'aldéhyde acétique et son union avec l'alcool ou l'acétal.

Pour le vin, qui représente un mélange complexe, le phénomène du vieillissement est plus compliqué, l'oxydation s'effectuant non seulement sur l'alcool, mais aussi sur les autres constituants.

M. Trillat termine par une étude sur le rôle de l'aldéhyde acétique dans les altérations du vin.

La décoloration par précipitation de la matière colorante, dans les diverses espèces de casse, doit être attribuée à la présence d'aldéhyde. En second lieu l'aldéhyde peut, sous des influences encore mal définies, fournir un produit extrêmement amer que l'on retrouve dans les vins atteints de la maladie de l'*amertume*. L'auteur a pu produire artificiellement l'amertume d'un vin léger, par une addition de quelques milligrammes d'aldéhyde acétique et de cendres de vin riche en potasse. L'apparition de l'amertume s'est manifestée au bout de quinze jours, Elle est allée en s'accroissant encore pendant près d'un mois.

LA DÉSINFECTION PAR LES FUMÉES

M. A. Trillat vient de donner dans les Annales de l'Institut Pasteur le développement des résultats qu'il a présentés, au début de 1903 à l'Académie des Sciences de Paris et à la Société chimique, sur la présence de l'aldéhyde formique dans les produits gazeux de la combustion et sur les applications qui en découlent, principalement en ce qui concerne les essais de désinfection par les fumées du sucre. De ces essais, il tire la conclusion que les résultats sont moins favorables qu'avec l'aldéhyde formique, mais il n'en reste pas moins acquis que le procédé qui consiste à produire des fumées antiseptiques par la combustion du sucre ou de la mélasse peut stériliser des germes contagieux. Et les fumigations répétées du sucre brûlé pourraient être employées dans beaucoup de cas, de même que dans le domaine agricole la combustion de la paille humide, ou des fagots à défaut, peut être utilisée pour assainir les locaux. Toutes ces fumées doivent être considérées comme de véritables agents gazeux de désinfection. Ce mémoire extrêmement intéressant est suivi d'une Étude historique sur l'utilisation des feux et fumées comme moyen de défense contre la peste, que l'on lira également avec un vif intérêt.

SUR L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT

Les systèmes d'épuration des eaux d'égout qui sont à l'étude à la Madeleine près Lille ont été brièvement exposés dans le *Bulletin* de la Société chimique du Nord de la France.

Dans le système d'épuration biologique, les eaux sont envoyées dans deux chambres à sable pour le dépôt des boues imputrescibles (sable, etc.). Puis de là, dans deux fosses septiques parallèles de 250 mètres cubes, munies de chicanes de fond et de surface, et mettent vingt-quatre heures pour aller d'un bout à l'autre. La destruction des matières organiques, solubles ou non, s'y opère sous l'influence des microbes anaérobies.

L'effluent de l'une des deux fosses va directement à la rivière la Deule. L'autre est envoyée dans un bassin collecteur, puis successivement sur deux lits de scories dans lesquels les microbes aérobies transforment les matières organiques en nitrates.

Le bassin collecteur permet de remplir en une heure, le contact dure deux heures, la vidange une heure, le repos quatre heures. Pendant le remplissage les microbes accaparent les matières organiques, lorsque le lit est vide, ils les détruisent et en font des nitrates.

L'eau épurée biologiquement est claire et les poissons y vivent.

Pour que l'épuration puisse se faire, il ne faut pas, bien entendu, qu'il y ait de produits acides.

Dans l'épuration chimique, on utilise la propriété qu'ont certains réactifs de précipiter les boues contenues dans les eaux industrielles, l'eau est ainsi clarifiée et rendue imputrescible. D'après les essais de M. Buisine, le procédé d'épuration chimique au sulfate ferrique et au chlorure de chaux coûterait de 3 à 4 millimes par mètre cube d'eau épurée.

Les poissons vivent dans cette eau épurée, comme dans celle provenant de l'épuration bactérienne. Les boues sont utilisées comme engrais.

CARACTÉRISATION DES FEUILLES DE SUMAC

On fait largement usage en Amérique, à titre d'anti-incrustants, de végétaux riches en tannin tels que le tabac et le sumac. Leur caractérisation microscopique est plus facile que leur détermination par voie chimique, remarque *M. Chester Ahlum* dans l'un des derniers numéros du *Journal of the Franklin institute*. Après avoir dissous du mélange anti-incrustant, la soude et toute autre partie constituante soluble, on lave bien la fibre végétale à l'eau, on la blanchit au chlorure de chaux, on la traite par une solution alcoolique au tiers, puis par des solutions de carmin et de vert à l'iode; alors on la lave à l'alcool absolu, on la place dans l'huile de cèdre, et on la soumet à l'examen microscopique.

Voici les caractères de cet examen :

Le tabac se blanchit rapidement. Il prend le vert à l'iode aisément, et de même le carmin au borax. Les tiges, qui sont seules employées, sont formées de cellules allongées; les faisceaux sont fibro-vasculaires. Les fibres des feuilles sont irrégulières. Les poils que l'on peut rencontrer sont multicellulaires; à plusieurs branches et lobulaires.

Le sumac se blanchit lentement. Il prend le vert à l'iode lentement; il ne prend le carmin au borax qu'avec difficulté ou pas du tout. Les faisceaux fibrovasculaires sont formés de cellules allongées, plus petites que celles du tabac. Les fibres des feuilles, qui sont la base de l'emploi, sont polyédriques. Les poils sont unicellulaires.

ESTIMATION DE LA VALEUR DES CHIFFONS DE DÉGRAISSAGE

Les déchets de fibres de différentes natures provenant des filatures, sont employés pour essuyer les organes huileux des machines. Ces déchets remplissent d'autant mieux leur but, qu'ils absorbent une plus grande quantité d'huile. Leur pouvoir d'absorption dépend de la nature et de la force de la fibre, de son degré d'humidité et de ses impuretés mécaniques. Pour déterminer la valeur de ces déchets, *Fr. Schreiber* (*Zeitschrift für angewandte Chemie*) a construit un appareil qui donne les valeurs relatives des déchets, en fonction du pouvoir d'absorption pour les huiles. Le principe de la méthode consiste à imprégner d'huile, et à exprimer sous une pression déterminée, dans un temps donné.

On pèse 50 grammes de déchet, qu'on place sur un disque perforé dans un récipient, présentant à sa partie inférieure un orifice d'écoulement, d'un diamètre de 5 millimètres; on emplit ensuite un vase gradué jusqu'à un trait, avec de l'huile de colza épurée. On reverse le contenu du vase gradué dans le récipient.

Le vase gradué ainsi vide est alors placé sous l'orifice d'écoulement du récipient. Après un intervalle de 5 minutes, on ouvre cet orifice, l'huile non absorbée s'écoule. Dès que l'écoulement devient irrégulier, on fait agir sur le chiffon une masse de compression, puis quand l'effet de cette dernière est terminé, un cylindre pesant pendant 5 minutes. On ferme alors le robinet, et on lit directement sur la graduation du vase la quantité d'huile absorbée. D'après les indications données par l'appareil, les fils de coton blanchis, en particulier les Mako, possèdent le plus grand pouvoir absorbant.

ABSORPTION DES SOLUTIONS MÉTALLIQUES PAR LES TEXTILES, par *M. W. Schellens*.

Nous trouvons dans la thèse inaugurale de W. Schellens, soutenue à la Faculté de Strasbourg, des données précieuses sur cette question, dont l'importance est si grande, non seulement pour expliquer la théorie de la teinture, mais surtout pour aider la pratique journalière des industriels qui blanchissent ou teignent les fibres textiles.

On a admis longtemps que dans la teinture il y avait le plus souvent combinaison chimique entre la fibre et le composé organique. Witt a donné une théorie par solution. Zacharias (*Zeitsch. f. physik. Chemie*, 1902, 468) rapporte la teinture au caractère colloïdal de la fibre. Schellens remarque que le passage au rouge, de la solution de leucobase de rosaniline, lorsqu'on y trempe une fibre animale, donne la preuve d'une réelle combinaison chimique, dont la formation est due à la nature chimique de la fibre elle-même, qui détermine une oxydation de la combinaison organique.

Influence des fibres sur les solutions métalliques. — Les textiles sont susceptibles de fixer des sels métalliques ou des hydroxydes lorsqu'on les plonge dans leur solution. Il se produit là des phénomènes analogues à la fixation des matières colorantes dont les unes se fixent directement tandis que les autres sont indifférentes. Les fibres donnent également avec les sels métalliques deux séries de faits analogues, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes.

L'action capillaire des fibres sur les solutions a été étudiée par Schönbein et par Mausier (*J. de pharmacie*, 1902); le dernier détermina la perte de solutions $\frac{N}{10}$ de soude et de potasse après une simple filtration. Il montra aussi que le papier n'a aucune action sur certains sels, par exemple le chlorure de sodium. Les nombreuses expériences de Goppelsröder semblent démontrer que la force capillaire seule est impuissante à décomposer les sels minéraux en base et acide.

Propriété fixatrice des fibres. — Il arrive dans bien des cas qu'une partie de la base du sel se fixe sur la fibre d'une façon définitive, sans qu'on ait employé d'agent chimique. Les conditions quantitatives dans lesquelles a lieu la fixation des sels métalliques par les différentes fibres, permettent de tirer une conclusion sur la nature de cette action, si l'on tient compte des propriétés chimiques des fibres et des matières en solution.

Les expériences de Schellens ont été faites avec 1 gramme de fibre et 50 centigrammes de la solution saline; ils restèrent en contact plusieurs jours, à la température ordinaire, dans de petits ballons. La fibre était ensuite retirée et lavée à l'eau bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne plus la réaction de la base ou de l'acide du sel. Les premières expériences furent exécutées avec des solutions aqueuses et alcooliques de chlorure ferrique, à 1 et 0,1 pour 100 de fer. Les fibres essayées furent le coton, le papier filtré, le duvet de *Peridendron anfractuosum*, le jute, la laine et différentes variétés de soie. Après l'expérience, la fibre était incinérée et les cendres traitées par l'acide chlorhydrique. Le fer était dosé volumétriquement dans la solution.

1^o. — Essais avec le chlorure ferrique.

1^o Essais avec la solution aqueuse de chlorure ferrique.

De la ouate pure, cellulose presque pure, ainsi que le papier filtre, traitée par la

solution à 1 p. 100, et quoique complètement décolorée par le lavage, contenait encore 0,412 de Fe. La quantité de fer fixé fut la même par la solution à 0,1 p. 100.

Pour le papier-filtre, le pouvoir de fixation fut de 0,229 p. 100 par la solution à 1 p. 100, et de 0,123 p. 100 par la solution à 0,1 p. 100.

La fibre de l'*eriodendron anfractuosum* n'est pas contenue dans la graine comme le coton, mais est implantée dans la paroi interne du fruit et est conséquemment formée par le tissu du fruit. Les parois de ces cellules sont légèrement ligneuses, et l'oxyde de cuivre ammoniacal ne les modifie en aucune façon. La fibre a un plus grand pouvoir fixateur, puisqu'elle absorbe 1,008 p. 100 de Fe par la solution à 1 p. 100, et 0,56 p. 100, par la solution à 0,1 p. 100.

Les fibres de jute, qui se présentent dans des conditions analogues, n'absorbent respectivement que 0,56 p. 100 et 0,44 p. 100 de fer.

Parmi les fibres animales, la laine et deux sortes de soies, la soie sauvage et l'organsin, ont été étudiées.

La soie sauvage a fixé 0,672 p. 100 par la solution à 1 p. 100 et autant par la solution à 0,1 p. 100. L'organsin a fixé 0,672 p. 100 par la solution à 1 p. 100 et 0,616 p. 100 par la solution à 0,1 p. 100.

La laine, avant d'être mise en expérience, débouillie et dégraissée à l'éther de pétrole, a fixé 0,84 p. 100 par la solution à 1 p. 100 et 0,36 p. 100 par celle à 0,1 p. 100.

En résumé, le pouvoir fixateur des fibres est relativement plus grand par les solutions étendues que par des solutions concentrées. Cela paraît dû à un plus grand degré de dissociation, mais l'augmentation relative n'est pas constante.

2° Essais avec la solution alcoolique de chlorure ferrique.

Ces solutions alcooliques sont beaucoup plus colorées que les solutions aqueuses, à concentration égale. Elles ne sont cependant que peu dissociées, et la plus grande intensité de coloration doit être attribuée à une forte hydrolyse due au dissolvant.

Les quantités de fer fixé par les différentes fibres sont ici les suivantes :

Ouate, 0,22 p. 100 par les solutions à 1 p. 100 et 0,1 p. 100; papier, 0,56 p. 100 par la solution à 1 p. 100; 0,28 par la solution à 0,1 p. 100; eriodendron, 1,56 par la solution à 1 p. 100; 0,952 par la solution à 0,1 p. 100; jute, 0,78 p. 100 par la solution à 1 p. 100; 0,392 par la solution à 0,1 p. 100; soie, 1,23 p. 100 par la solution à 1 p. 100; 0,616 par la solution à 0,1 p. 100; laine, 2,27 p. 100 par la solution à 1 p. 100; 1,06 par la solution à 0,1 p. 100.

Le pouvoir fixateur des fibres est donc augmenté lorsqu'on emploie l'alcool comme solvant; c'est une conséquence de l'hydrolyse qui détermine une plus grande attraction de la molécule FeCl^3 .

II°. — Essais avec l'acétate de fer.

Les solutions concentrées d'acétate de fer sont très colorées et fortement hydrolysées. L'intensité de coloration d'une solution d'acétate ferrique, pour les concentrations de 0,1 à 1 p. 100, est aussi grande que celle d'une solution 10 fois plus concentrée de chlorure ferrique.

Les pouvoirs fixateurs obtenus par une solution à 1 p. 100 Fe, de la liqueur officielle, sont : ouate 0,39 p. 100; papier 0,41 p. 100; eriodendron 0,78 p. 100; jute 0,78 p. 100; soie 1,26 p. 100; laine, 0,448 p. 100.

L'augmentation notable de la quantité de fer fixé, par rapport à la solution aqueuse

de FeCl_3 , n'est cependant pas en relation avec la coloration dix fois plus grande et les valeurs ne sont pas plus élevées que celles trouvées avec la solution alcoolique de chlorure ferrique. La laine qui, dans toutes les autres expériences, a montré un pouvoir fixateur élevé, donne ici une valeur inattendue plus faible.

Afin de déterminer l'influence de la structure sur le pouvoir fixateur du coton, de la cellulose pure fut soumise aux mêmes expériences. On obtint les mêmes nombres qu'avec la ouate. La structure doit donc être regardée comme sans influence dans ce cas.

La soie précipitée s'est comportée, au contraire, d'une manière différente. Les valeurs obtenues furent plus faibles qu'avec la fibre simple.

Mais l'essai ne permet pas de conclure à une influence de la structure, car la substance constitutive de la soie subit des modifications chimiques au cours de la dissolution et de la précipitation.

III. *Essais avec les sels de mercure.* — Les modifications que montre la ouate au sublimé, au bout de très peu de temps, ont été étudiées par Vignon. Des expériences faites avec une solution à 1 p. 100 de Hg, ont donné pour la ouate et le papier filtre une teneur de 0,2 p. 100 de Hg fixé. Le mercure a été dosé iodométriquement par la méthode de Frerichs. Cette méthode ne s'applique qu'à la cellulose pure, la solution d'iode ayant une action sur les fibres qui ne sont pas constituées exclusivement de cellulose.

Le pouvoir fixateur est 1,69 p. 100 pour le jute; 1,90 pour la soie et 5,89 pour la laine.

Le poids de métal fixé est plus élevé que dans le cas du chlorure ferrique. Dans les deux cas, on retrouve du chlore.

Avec le cyanure de mercure, en solution à 1 p. 100 de Hg, on a obtenu les absorption suivantes : ouate et papier 1,25 p. 100; ériodendron 3,14; jute 3; soie 3,5; laine 5,05. L'absorption ne persiste au lavage que pour la laine.

Avec l'acétate de mercure à 1 p. 100 de Hg, le pouvoir fixateur a été de 1,5 p. 100 pour la ouate; papier 1,5; ériodendron 6,5; jute 5,2; soie 9,8; laine 12,3. Ces nombres sont les plus élevés qui aient été obtenus.

IV. *Essais avec le nitrate de plomb.* — L'attraction du coton pour les sels de plomb est assez considérable. Par une solution à 1 p. 100 de plomb on a obtenu les fixations, pour l'ériodendron 2,2 p. 100; pour la soie 2,9 p. 100; pour la laine 3,25 p. 100. Le coton et le papier sont débarrassés par un lavage de toute quantité pondérable de plomb.

V. *Essais avec le bichromate de potasse.* — Par une solution de bichromate de K contenant, 1 p. 100 de CrO_3 , on a pu fixer les quantités suivantes de CrO_3 : ériodendron 0,43 p. 100; soie 0,20; jute 0,53; laine 0,62.

Dans le cas de la soie, c'est l'acide qui est fixé. Sur un échantillon de laine, on a reconnu que l'acide est réduit par la base, et c'est de l'oxyde de chrome qui est fixé sur la fibre. On n'a pu remarquer la moindre coloration de la fibre dans les expériences. C'est un indice que cette fixation n'est pas purement physique, mais bien plutôt de nature chimique.

SUR LA DÉTERMINATION DES SENSATIONS COLORÉES, par Sir William de W. Abney.

Un premier travail du renommé physicien anglais, sur la vision des couleurs, a paru en 1899, dans les *Philosophical transactions* de la Royal Society de Londres. Ce mémoire donnait les sensations colorées en termes de luminosité. Le présent travail est une revision du premier, effectuée avec un appareil perfectionné.

L'appareil combiné par sir W. de W. Abney est disposé de façon à donner deux spectres avec une seule source lumineuse ; il permet donc de faire des mélanges quelconques de radiations colorées et de lumière blanche. Une disposition heureuse rend les variations de l'intensité de la lumière blanche comparables aux variations des intensités des spectres, et rend les rayons de lumière blanche parallèles aux rayons des spectres, de façon que les radiations se figurent l'une à côté de l'autre sur l'écran.

Le premier travail a montré que le rouge de la raie rouge du lithium excite seulement la sensation du rouge, et que le violet de λ 4100 excite seulement les sensations du rouge et du bleu. Depuis lors, Burch a exprimé l'opinion que le violet, en dehors des sensations de rouge, de bleu et de vert, excitait une quatrième sensation. Cette quatrième sensation existe-t-elle réellement ? Sir W. de W. Abney décrit plusieurs expériences d'où il conclut que non.

Ce second travail donne toute une série de tables de courbes relatives aux sensations colorées.

Une couleur peut être définie par sa longueur d'onde, sa luminosité et la proportion de lumière blanche qu'elle renferme. Un tableau allant de 7 217 à 4 010 λ donne le moyen de déterminer ces caractéristiques avec précision.

Sir W. de W. Abney fait l'application de ses principes à la photographie en trois couleurs, à l'établissement d'un sensitomètre pour couleurs, enfin à la détermination de pigments par mélanges correspondant à des sensations. L'intérêt de ces dernières applications est particulièrement intense pour toutes les industries chimiques qui s'occupent de fabriquer et d'appliquer les matières colorantes et les couleurs. Cet intérêt a été exposé longuement dans une note bibliographique p. 1014 de l'année 1904, à propos de l'entrée de l'ouvrage de Lacouture dans notre bibliothèque, et le travail magistral de sir Abney est susceptible d'applications si importantes que c'est un devoir de le signaler dans ces notes.

NOTES DE MÉCANIQUE

LE MOTEUR A GAZ AU SERVICE DE LA NAVIGATION, d'après *M. G. Stein* (1).

La principale difficulté qui s'opposa tout d'abord à l'emploi des moteurs à gaz pour la propulsion des bateaux, fut la dépendance étroite entre le moteur et l'usine à gaz. On essaya bien, dans quelques cas, d'alimenter ces moteurs avec du gaz emmagasiné à haute pression, mais le poids et l'encombrement des récipients contenant le gaz diminuent trop le chargement utile du bateau.

En 1895, un essai de ce genre eut lieu entre le Havre, Rouen et Paris, avec l'« Idée » portant un moteur Delamare, Deboutteville et Malandin, de 40 chevaux. Il

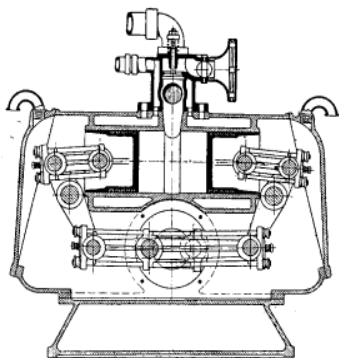


Fig. 1.

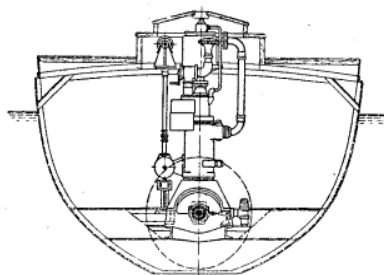


Fig. 2.

était alimenté par du gaz d'éclairage emmagasiné dans 80 réservoirs à la pression de 100 atmosphères. Ces réservoirs mesuraient 254 millimètres de largeur et 5 mètres de longueur, et contenaient chacun 22 mètres cubes de gaz ramené à la pression atmosphérique, soit, en tout, 1 800 mètres cubes. Leur poids était de 26 tonnes. La provision de gaz suffisait pour 100 heures de marche (en admettant une consommation de 450 litres par cheval-heure), c'est-à-dire, qu'avec une vitesse de 10 kilomètres à l'heure, le rayon d'action était de 1 000 kilomètres. Si, au lieu des 26 tonnes de poids mort, on avait eu à bord un réservoir contenant 24 000 kilogrammes de pétrole, on aurait eu du combustible pour $\frac{24\,000}{40 \times 0,5} = 1\,200$ heures, c'est-à-dire pour un temps douze fois plus long.

(1) *Des Vereines Deutscher Ingenieure*, 28 oct. et 4 nov. 1905.

Tome 107. — Décembre 1905.

Dès que les moteurs à combustible liquide présentèrent des conditions de sécurité suffisantes, ils furent rapidement adaptés à la propulsion des bateaux et les essais du

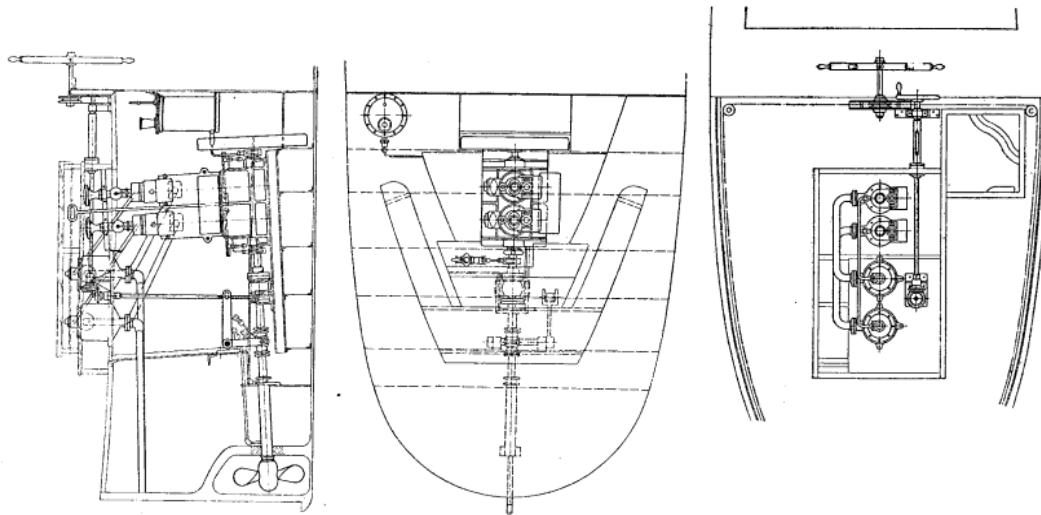


Fig. 3, 4 et 5. — Egge (1895).

type précédent cessèrent. Le moteur vertical à grande vitesse, avec arbre de couche au-dessous, convint bien pour les bateaux de sport ou d'un faible tonnage. Pour

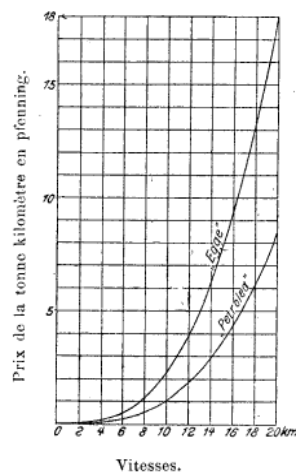


Fig. 6.

les tonnages plus élevés, ces moteurs trop légers donnèrent de mauvais résultats, il fallut construire des machines robustes, avec une vitesse moins grande. Pour atténuer l'ébranlement produit par la course motrice, on s'efforça de construire des

machines à masses mobiles à mouvements alternatifs équilibrées. C'est le cas du moteur à un seul cylindre avec deux pistons opposés (fig. 1). Ce dispositif était défec-
tueux en ce qu'il était difficilement accessible dans ses parties essentielles et qu'il
présentait un trop grand nombre de pièces tournantes.

Une autre difficulté qui se présenta dans l'emploi des moteurs à gaz, fut celle du

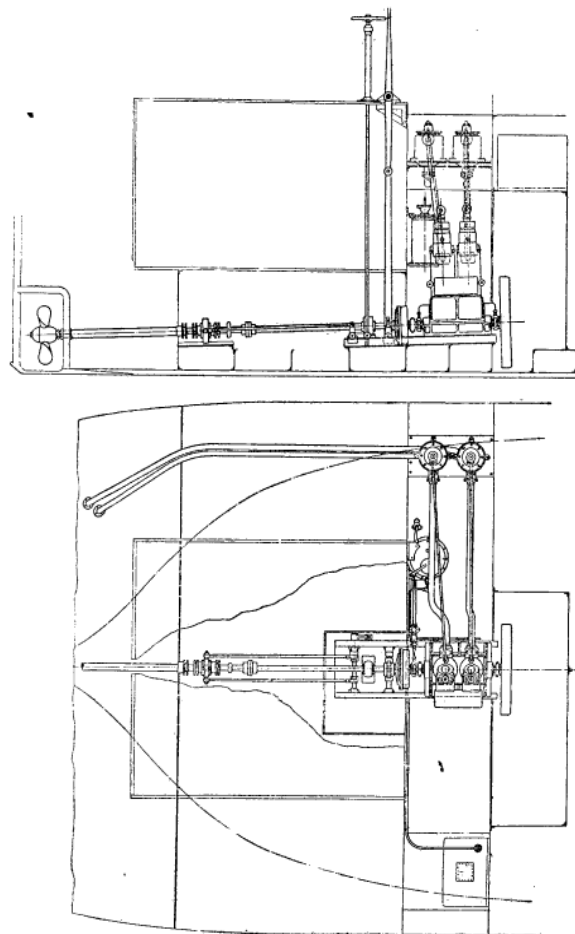


Fig. 7 et 8. — *Petrola* (1896).

changement de marche, qu'on ne peut plus obtenir par des moyens simples comme dans la machine à vapeur. Des différentes solutions proposées, seule l'hélice réver-
sible est encore quelquefois employée. Cette hélice, dont les détails de construction
seront exposés plus loin, porte des ailes mobiles, dont la position est réglée à volonté
par un mécanisme commandé par le pilote. L'opposition qu'on a montrée à l'intro-
duction de ces hélices n'était pas fondée; mais pour les puissances supérieures à

100 chevaux, les difficultés techniques qui se présentent dans leur construction sont assez grandes.

C'est vers 1880 que furent faits, par Daimler, les premiers essais de moteurs à gaz ou à benzine pour bateaux de course et de plaisance. En 1888, la fabrique de moteurs

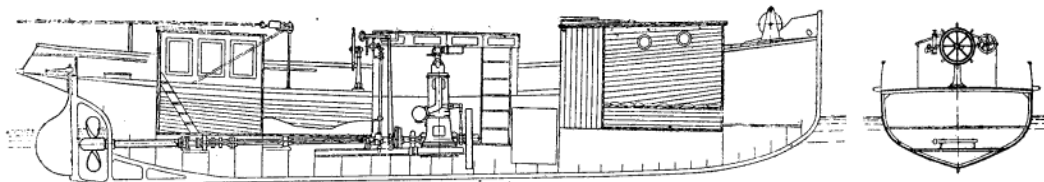


Fig. 9. — *Sophia*.

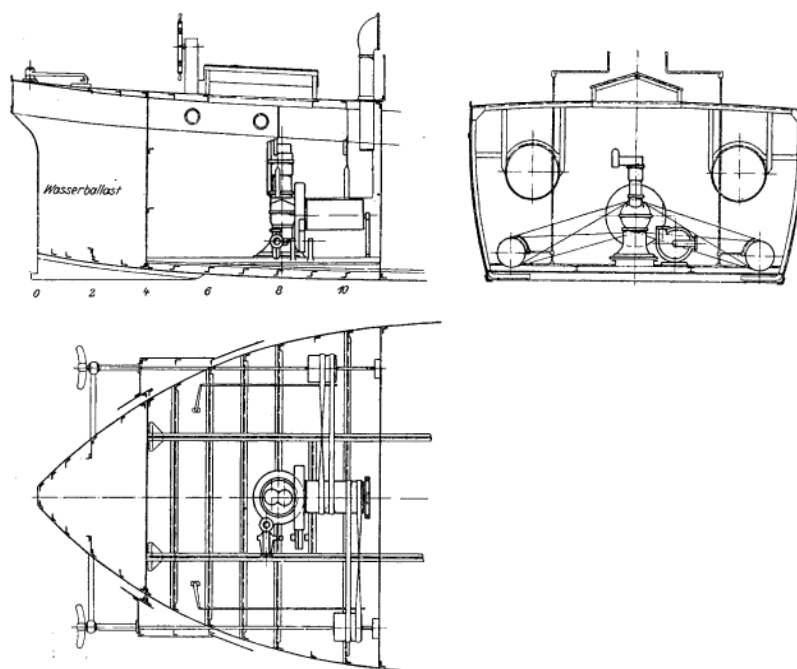


Fig. 10. — *Daimler*.

à gaz de Deutz acquit un petit vapeur et remplaça la chaudière et le moteur à vapeur par un moteur à gazoline. L'idée dominante, dans cet essai, a été de placer l'arbre de couche et le volant aussi bas que possible de manière à assurer la stabilité, et de disposer le cylindre dans l'axe du bateau, pour éviter l'action nuisible du mouvement alternatif du piston. La machine fournissait 6 chevaux à 250 tours par minute. La vitesse atteinte fut de 12 kilomètres à 305 tours. Cette machine, reconnue trop puissante

pour la taille du bateau, fut remplacée par une plus légère, et l'hélice, d'abord à ailes

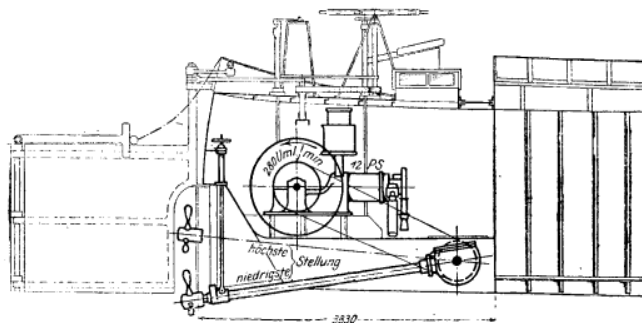


Fig. 11.

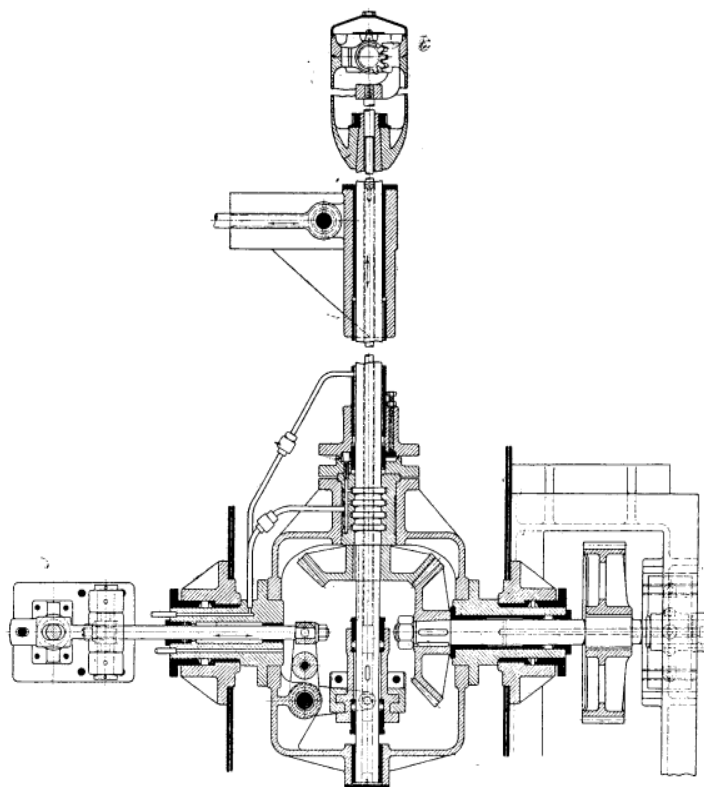


Fig. 12.

fixes, fut remplacée par une hélice réversible. Cet essai servit de type pour un grand nombre d'autres bateaux automobiles d'une puissance variable entre 3 et 12 chevaux

Ce n'est qu'en 1895 que l'usine de Deutz entreprit la construction de moteurs plus considérables pour la navigation. L'essai eut lieu avec la gabare « Egge » de Hambourg,

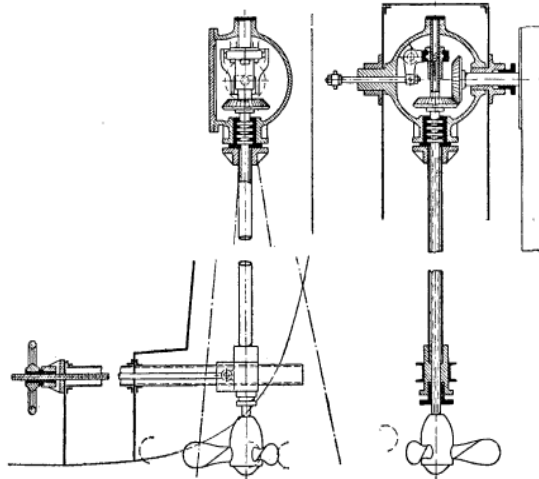


Fig. 13.

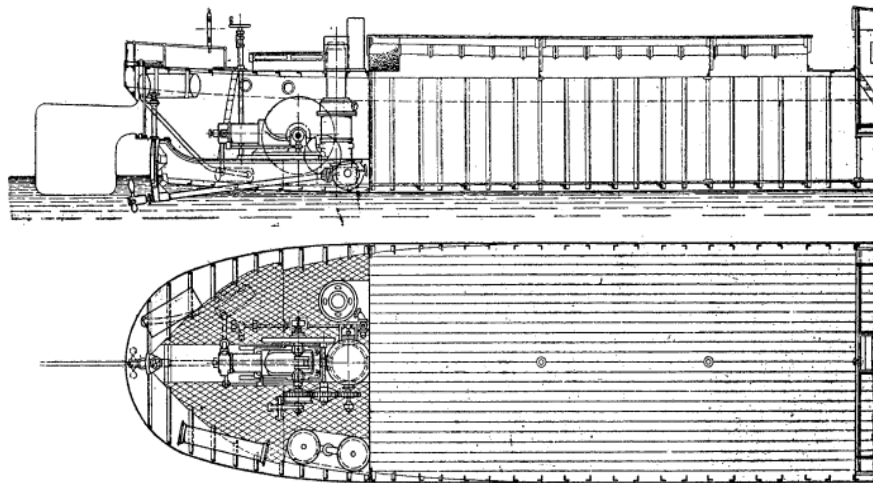


Fig. 14. — Haldy (1902).

ayant comme caractéristiques : longueur, 17^m,5 ; largeur, 3^m,5 ; tirant d'eau, 1^m,5 ; tonnage, 40 tonnes. A la partie arrière, se trouve une machine jumelle à pétrole de 12 chevaux (figures 2 à 5), occupant 10 p. 100 de la capacité totale. La manivelle était accouplée directement avec l'arbre de couche. L'hélice était à ailes mobiles.

En forçant la machine de manière à produire 16 chevaux, la vitesse acquise fut de 11 kilomètres. L'expérience démontra bien vite qu'il est nécessaire, pour l'économie du système, de ne pas chercher à dépasser certaines vitesses. En effet, dans le cas du pétrole, alors que les frais sont proportionnels à la puissance du moteur, la vitesse ne croît qu'en raison de la racine cubique de cette puissance. Les courbes de la

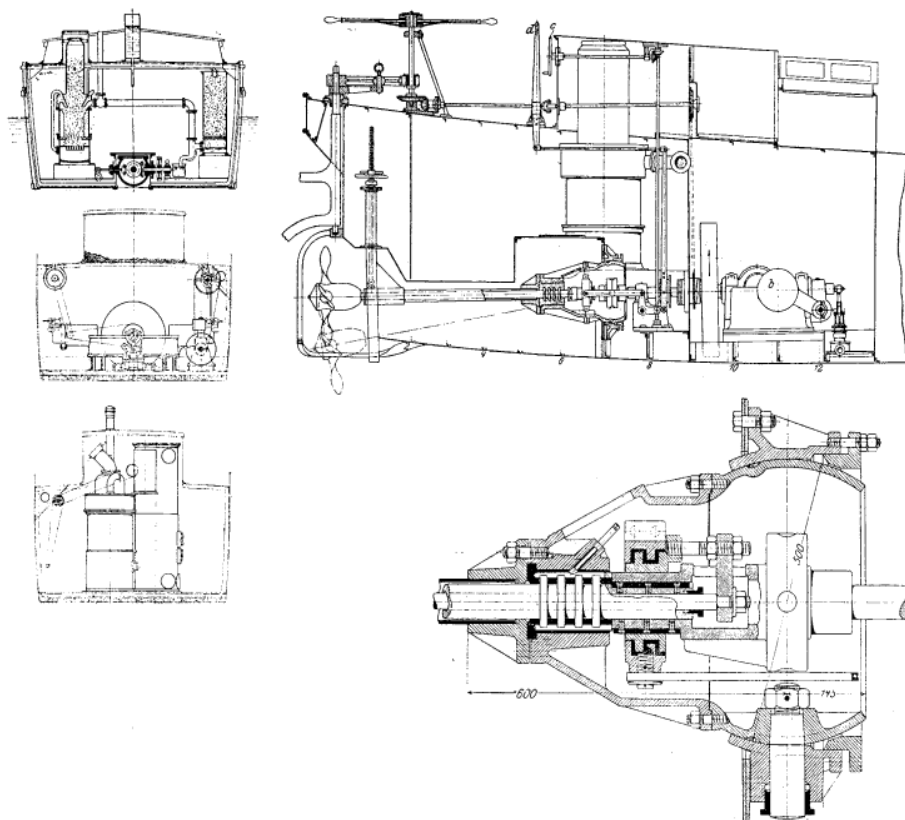


Fig. 15. — Chaland Motor.

figure 6 montrent nettement l'accroissement des frais par tonne-kilomètre, avec la vitesse.

L'année suivante, la maison de Deutz transforma un bateau d'un tonnage plus fort : la « Petrolea », bateau-citerne destiné au transport du pétrole, de 33 mètres $\times$ 5^m,78 $\times$ 2^m,25, contenant 410 tonnes. Ce bateau, construit pour marcher à la voile, ne laissait que très peu de place, environ 3 p. 100 du volume total, pour l'installation des machines (fig. 7 et 8). Le moteur adapté pour une marche économique fut de 20 chevaux, à 360 tours par minute. La vitesse atteinte en eau tranquille fut de 7 kilomètres avec une dépense de combustible de 0,108 pfennig, par kilomètre-heure. Les courbes de la

figure 6 sont calculées en admettant une dépense de pétrole de 0,4 kilogramme par cheval-heure et un prix de 20 pfennig (0 fr. 25) pour le kilogramme de pétrole.

Cette machine, prévue pour fonctionner seulement en calme plat, dans les ports ou sur les canaux, rend également des services pour lutter contre le vent. Depuis dix ans de service, elle n'a subi aucune avarie sérieuse, tant à la machine qu'à l'hélice réversible. Une puissante pompe centrifuge, actionnée par le moteur sert au transbordement du pétrole.

C'est également vers la même époque, que l'usine de Deutz entreprit la construction du remorqueur « Sophia » commandé par la *Gesellschaft für schwimmende Elevatoren*, de Nikolajew. Ce remorqueur mesure (fig. 9) 16 mètres $\times$ 2^m,9 et 1^m,4 de tirant d'eau; il possède une machine jumelle de 20 chevaux, occupant environ le septième de la

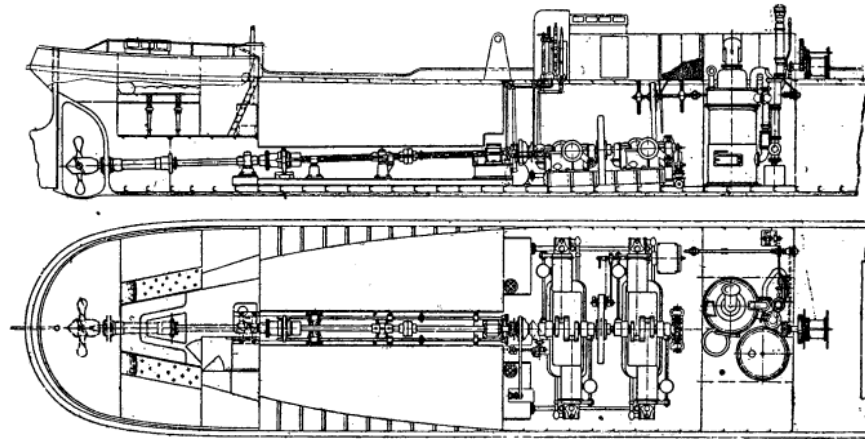


Fig. 16. — Lotte.

longueur du bateau. L'hélice est à deux ailes mobiles de 1 mètre de diamètre. Elle est commandée par le pilote; un homme suffit pour le gouvernail et la machine. Ce type d'hélice a donné de très bons résultats. Avec une faible inclinaison des ailes on peut augmenter la force de traction; à vide au contraire, avec une forte inclinaison des ailes, on peut atteindre la vitesse de 13 kilomètres à l'heure, avantage sérieux pour ce bateau, qui sert aussi au transport des ouvriers sur les chantiers.

Le réservoir de pétrole, qui contient 1 mètre cube, soit environ 820 kilogrammes, suffit pour 100 heures de marche, avec un rayon d'action de $100 \times 13 = 1300$ kilomètres. En comparaison avec un bateau à vapeur de même puissance, on voit que le rayon d'action de ce dernier serait au moins six fois moindre.

A la suite de ces essais satisfaisants, l'usine de Deutz se spécialisa dans la construction des remorqueurs, qui trouvèrent un débouché important en Hollande : 180 bateaux d'une puissance totale de 2500 chevaux furent livrés dans ce seul pays, pendant que le nombre total des moteurs pour bateaux s'élevait à 320, d'une puissance totale de 4000 chevaux.

Les bateaux hollandais possèdent des caractéristiques analogues aux types précé-

dents. La forme est élancée et, par suite, le moteur est généralement vertical ; le tirant d'eau est encore suffisant, à vide, pour que l'hélice, soit complètement immergée. L'hélice adoptée est à ailes fixes.

En Allemagne, comme en France et en Belgique, les canaux se présentent dans des conditions différentes, et les dimensions des bateaux sont déterminées en grande partie par celles des écluses.

Sur les canaux du bassin de la Saar, celui de la Marne au Rhin et ceux qui font partie de son réseau, la longueur des écluses est de $39^m,5$ et leur largeur de $5^m,2$.

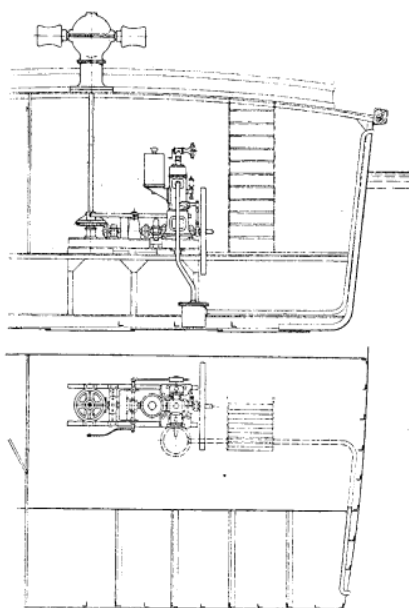


Fig. 16 bis.

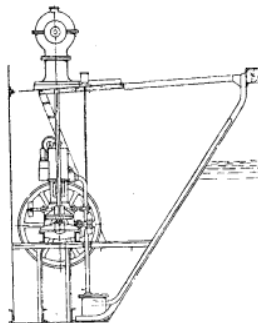


Fig. 17.

Les bateaux qui circulent sur ces canaux ont généralement $38^m,5$ de longueur : $5^m,05$ de large ; et $1^m,8$ de tirant d'eau en charge, pouvant occuper ainsi jusqu'à 95 p. 100 du volume de l'écluse. Leur tonnage est de 270 à 290 tonnes, ils sont faits pour les faibles vitesses réglementaires de $2^{km},8$.

Le premier essai eut lieu avec des moteurs Daimler, de Cannstatt. Les deux arbres de couche, disposés parallèlement à l'axe du moteur, recevaient le mouvement de ce dernier par deux courroies chacun (fig. 10). Mais ce dispositif, en raison du faible écartement des axes et de la trop grande légèreté du mécanisme, se comporta mal et fut abandonné.

C'est alors que l'usine de Deutz reçut la commande d'un bateau avec moteur à pétrole répondant aux conditions suivantes : tirant d'eau : $0^m,3$ à vide et $1^m,8$ en charge, avec vitesse d'environ $2^{km},8$ à l'heure en eau dormante. La grande différence de tirant d'eau en charge et à vide, présentait une difficulté considérable. Le premier

projet proposé pour la résoudre consistait à disposer à l'arrière deux grands réservoirs d'eau, pleins quand le bateau est déchargé, vides quand le bateau est en charge. Ce projet et plusieurs autres n'eurent pas de suite et on s'arrêta définitivement au dispositif représenté dans les figures 11 à 13, qui permet d'abaisser ou d'élever à volonté l'hélice. Le changement de direction des ailes de l'hélice est obtenu par le mécanisme représenté dans la figure 20.

L'usine de Deutz a déjà construit quatre bateaux de ce type, munis de moteurs de 16 chevaux, à pétrole ou à aspiration de gaz.

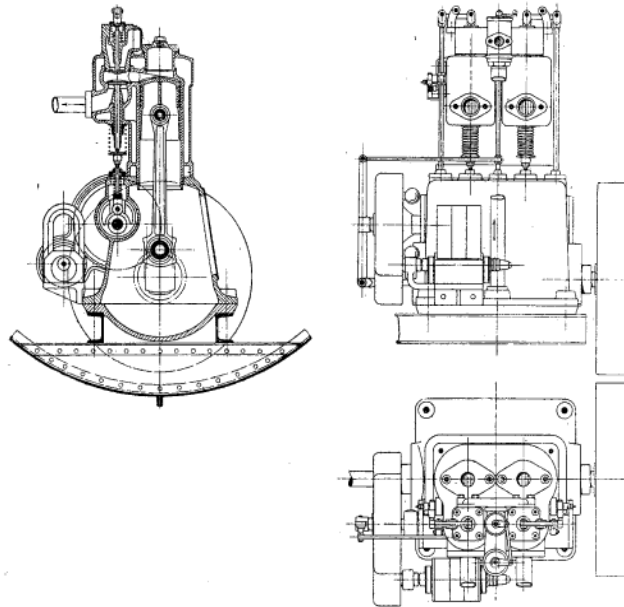


Fig. 18. — Moteur de Deutz, n° 6.

Le dernier construit de ces bateaux, le « Haldy 1 » (fig. 14), fut muni pour la première fois d'un moteur à gazogène par aspiration. Il va, de Saarbrucke, en Hollande et en Belgique, par le Rhin, et revient à son point de départ par les canaux français. Depuis 1902, il n'a cessé de donner d'excellents résultats, aussi les demandes de bateaux de transport avec moteurs aspirants ont été en augmentant. Le nombre de ces bateaux, tant livrés par Deutz qu'en construction, s'élève à 11, d'une puissance totale de 300 chevaux.

La figure 15 représente le dispositif adopté pour le chaland automobile « Motor » de Strasbourg, qui permet d'élever ou d'abaisser l'hélice sans renoncer à la commande directe de l'arbre de l'hélice. La transmission par courroie ou engrenage, qui n'est pas sans présenter d'inconvénients, est ainsi supprimée.

La machine est à deux cylindres avec pistons opposés, elle fournit 35 chevaux à 240 tours par minute. La vitesse atteinte est de 6 kilomètres; dans les canaux elle peut descendre à 3 ou 3,5 kilomètres.

La figure 16 représente le bateau de transport « Lotte », l'un des plus puissants qui soient munis d'un moteur à gaz aspirant. Il est employé par Deutz pour desservir les ports de Rotterdam, d'Anvers et de Cologne. Il mesure 41 mètres de longueur sur 4^m,6 de large. Son tirant d'eau est de 2 mètres avec un chargement de 240 tonnes. La machine est du type horizontal, équilibrée, avec cylindres opposés, d'une puissance de 80 à 100 chevaux pouvant communiquer au bateau une vitesse de 6 kilomètres en contre-courant. La machine, disposée perpendiculairement à l'axe du bateau, commande directement l'arbre de l'hélice par l'intermédiaire de cônes de friction. Le diamètre de l'hélice est de 1^m,3. Le renversement des ailes n'est pas commandé à la main, le dispositif en sera décrit ultérieurement.

La mise en marche du moteur, ainsi que le fonctionnement du ventilateur et d'un

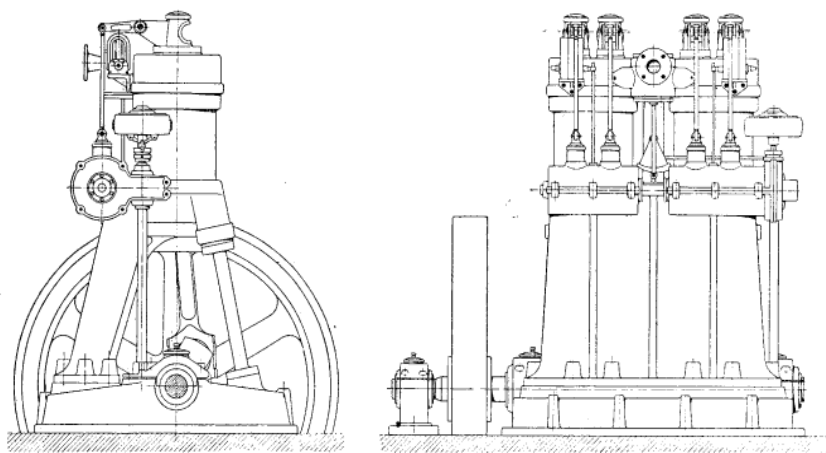


Fig. 19. — Moteur de Deutz, n° 5, de 25 à 60 centimètres.

treuil, sont assurés par un petit moteur à gazoline de 6 chevaux, à grande vitesse. Il agit directement sur le volant par un cône de friction, jusqu'au moment où l'inflammation se produit dans les cylindres. Ce petit moteur commande également les différents treuils disposés sur le pont.

Les moteurs à pétrole ou à gazoline conviennent particulièrement pour mettre en mouvement les différents treuils, sur les bateaux à voiles et partout où l'on ne dispose pas de la vapeur. Le moteur peut être arrimé dans l'entrepont et installé sur le pont seulement à l'arrivée dans le port, ou bien il peut être établi à poste fixe. La figure 16 représente un de ces cabestans, en service sur les bateaux charbonniers de la *Hamburg Amerika Linie* et *Norddeutschen Lloyds*. Le moteur est dans l'entrepont pour le préserver de la poussière qui se produit dans le transbordement du charbon.

Les cabestans de l'ingénieur Neukirch de Brême sont mobiles dans le plan horizontal, et permettent d'élever 600 kilogrammes avec une vitesse de 1 mètre par seconde.

Un autre exemple des multiples emplois du moteur à pétrole en matière de navigation est fourni par le bateau de sauvetage de la Société de Sauvetage de Rostow-sur-le-Don. Il mesure 11 mètres de longueur, 2^m,3 de large, et possède une machine

de 8 chevaux qui commande une hélice à ailes mobiles et une pompe à haute pression refoulant 10 litres d'eau par seconde, à 6 atmosphères. La bouche d'aspiration est munie d'un robinet à trois voies et d'un tuyau qui permet d'employer la pompe à l'épuisement des bateaux sinistrés. En augmentant la vitesse du moteur, on peut porter le débit de la pompe à 45 mètres cubes par heure.

La succursale américaine de Deutz, l'*Otto Gas Engine Works* de Philadelphie, construit depuis quelques années une machine à pétrole d'environ 200 chevaux (fig. 17), qui sert pour les sous-marins de la *Holland Torpedoboat Co* de New-York. La machine

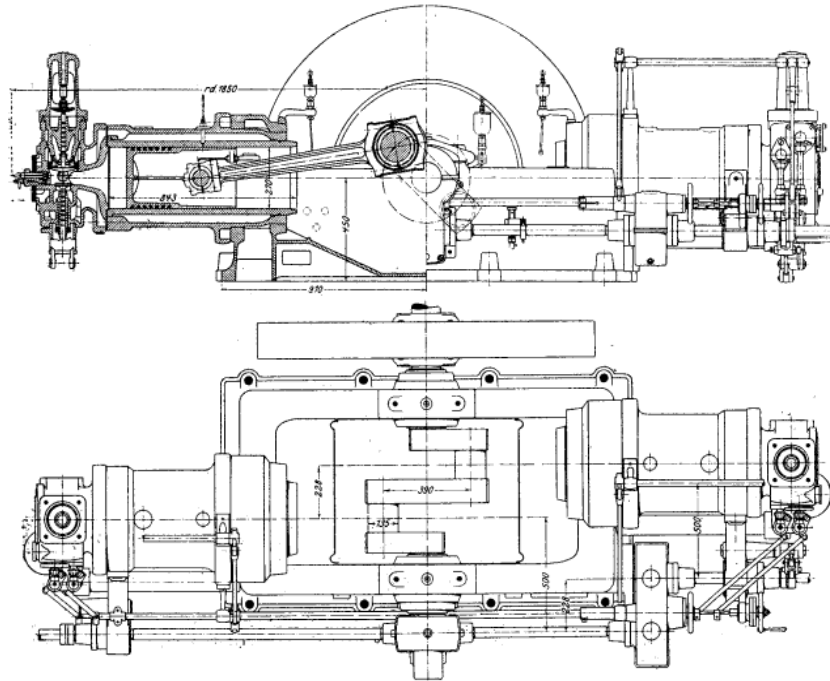


Fig. 20. — Moteur de Deutz, n° 3.

est accouplée directement avec une dynamo et actionne l'arbre de l'hélice au moyen d'engrenages. Pendant la marche à la surface, la machine commande l'hélice ou charge la batterie d'accumulateurs au moyen de la dynamo. Dans la marche sous-marine, la dynamo, alimentée par les accumulateurs, fonctionne comme moteur et actionne l'hélice. Cette dynamo sert, en outre, pour la mise en marche du moteur.

Une série d'autres applications des moteurs à pétrole de Deutz pour bateaux-dragueurs sur le Mein, pompes rotatives, bateaux compresseurs de la marine hollandaise, servant au remplissage des bouées à gaz comprimé, appareils de chargement, etc., montrent tous les services que peuvent rendre ces moteurs, dans la navigation.

Machine motrice. — Les machines à gaz considérées comme machines marines ne

peuvent être soumises à des règles de construction précises qu'autant que leur destination est bien connue. Il est impossible de créer une forme-type d'un emploi général.

Les bateaux à fond plat, par exemple, ne sauraient supporter les vibrations d'une machine verticale; le mieux dans ce cas est d'adopter une machine équilibrée, avec pistons opposés. Au contraire, dans les bateaux à formes élancées, pouvant résister à l'effort vertical, le seul type de machine convenable sera la machine **verticale** à un cylindre pour les petites puissances, ou à deux cylindres avec manivelles disposées à 180° pour les grandes puissances.

La fabrique de Deutz a adopté les modèles suivants :

1° Modèle N° 6 (fig. 18), à un seul cylindre pour les puissances comprises entre 2 et 10 chevaux; à deux cylindres pour les puissances de 6 à 20 chevaux, et à quatre cylindres pour les moteurs de 28 à 40 chevaux; la vitesse est de 600 tours par minute.

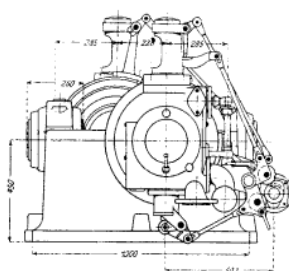


Fig. 21.

Ces machines marchent avec de la benzine, du pétrole ou de l'*ergin* (un produit de la distillation du goudron), avec pulvérisation.

La soupape d'admission est libre, avec levée soumise au régulateur, de sorte qu'à faible charge, le mélange gazeux est aspiré en plus faible quantité. L'allumage s'effectue par magnéto avec interrupteur mécanique. La machine est complètement fermée, et tous les organes fonctionnent dans l'huile. Ce modèle est aussi fréquemment employé comme moteur auxiliaire dans les grandes installations pour le service du ventilateur des chaudières, ou pour actionner les pompes et treuils du bord.

2° Modèle N° 5 comprenant des unités de 25, 40 et 60 chevaux pour machines à 2, 3 ou 4 cylindres, pouvant atteindre jusqu'à 240 chevaux. Ces machines (fig. 19) conviennent pour de lourds bâtiments. Le nombre de tours est de 300 à la minute pour les plus petits et tombe à 200 pour les plus grands. Le réglage s'effectue par un régulateur centrifuge qui agit sur l'admission. Ce moteur peut fonctionner, sauf de très légères modifications, avec du gaz de gazogène ou des combustibles liquides.

3° Le modèle N° 3 convient toutes les fois qu'on veut éviter les trépidations d'une façon absolue. Les masses à mouvement de va-et-vient s'équilibrent à peu près complètement (fig. 20 et 21). Ce type s'exécute avec deux cylindres pour les puissances de 10, 20, 32 et 45 chevaux; avec quatre cylindres pour 65 et 90 chevaux. Le nombre de tours varie de 325 à 275. Ces machines fonctionnent également bien avec

des combustibles liquides ou gazeux. Ce dispositif a, sur le type vertical, l'avantage d'être d'une surveillance et d'un accès faciles.

Commande de l'hélice. — Il est recommandable d'interposer, entre le moteur et

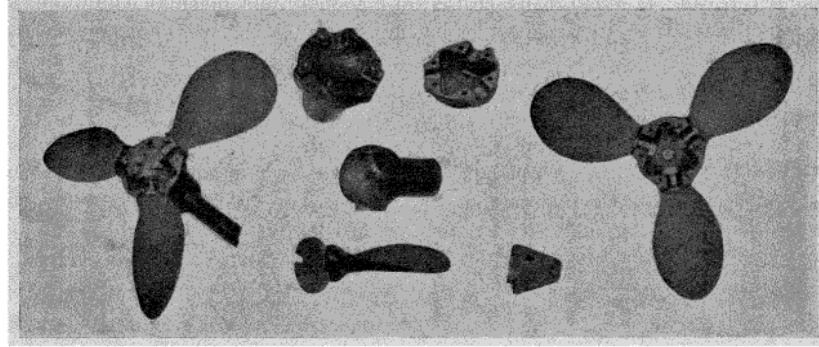


Fig. 22. — Hélice variable Meissner.

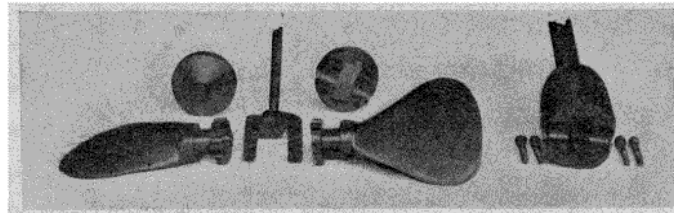


Fig. 23. — Hélice Weihe.

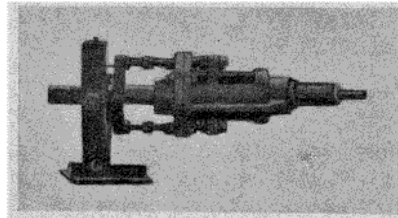


Fig. 24. — Transmissions Meissner.

l'hélice, un embrayage à friction, pour permettre, lors de la mise en marche d'éliminer la résistance de l'hélice, et, d'autre part, pour pouvoir, en cas de danger, arrêter l'hélice instantanément. Pour les grandes puissances, l'introduction de ce dispositif n'est pas sans difficulté, car l'espace dont on dispose est très restreint par suite de la position de l'arbre au fond du bateau. L'accouplement Fleck, pour les

petites puissances et celui de Schwartz à Dortmund, pour les grandes, ont donné des résultats satisfaisants.

L'hélice. — Tant que le problème du changement de marche, des machines à gaz, ne sera pas résolu d'une façon parfaite, le constructeur des machines marines à gaz devra construire ses propres hélices. Les hélices à ailes mobiles, que l'on rencontre aujourd'hui, ne diffèrent pas sensiblement entre elles. La plus répandue est l'hélice de Meissner (fig. 22).

La maison Deutz a acquis, à son début, le brevet du capitaine Weihe (br. all. 65 064) et l'a perfectionné (fig. 23).

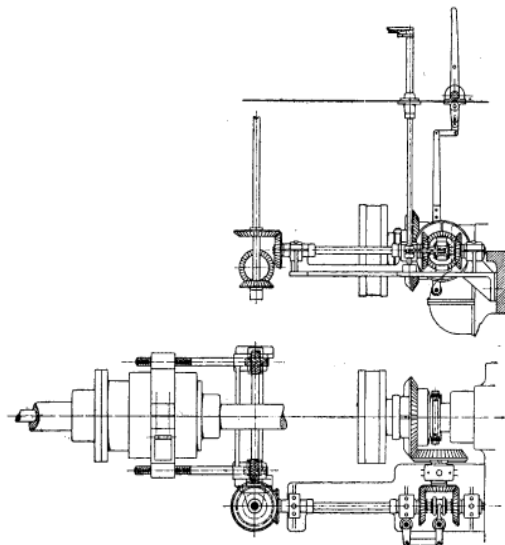


Fig. 25. — Deutz.

L'élément Meissner, de Hambourg (fig. 24), est aujourd'hui généralement employé pour la transmission du mouvement longitudinal à la tige directrice de l'hélice réversible.

Dans le cas d'hélices destinées à des puissances de plus de 100 chevaux, la commande à la main est difficile. La maison Deutz a construit pour ce cas un dispositif qui permet d'emprunter la force nécessaire à l'arbre du moteur (fig. 25).

Quant à l'économie du système de propulsion par moteurs à gaz de gazogène, elle semble bien établie. Les observations précises relevées sur les parcours de Mulhouse-Saarbruck et Cologne-Rotterdam, ont établi que la dépense, par tonne et par kilomètre, s'est élevée à 0,96 pfg (1 fr. 20) dans le premier cas et 0,64 pfg (0 fr. 80) dans le second, soit, en moyenne, une économie de 56 p. 100 sur les machines à vapeur et de 50 p. 100 sur la traction par chevaux. Le transport par chemin de fer coûte de 3 à 5 fois plus cher.

MOTEUR A GAZ DAVEY PAXMAN (1)

Ce moteur, de 34 chevaux, avec gazogène par aspiration, est (fig. 1) à cylindre de 405×533 de course, avec enveloppe rapportée boulonnée sur la culasse, ainsi que le cylindre proprement dit, dont l'extrémité d'avant est libre de se dilater, et, comme on

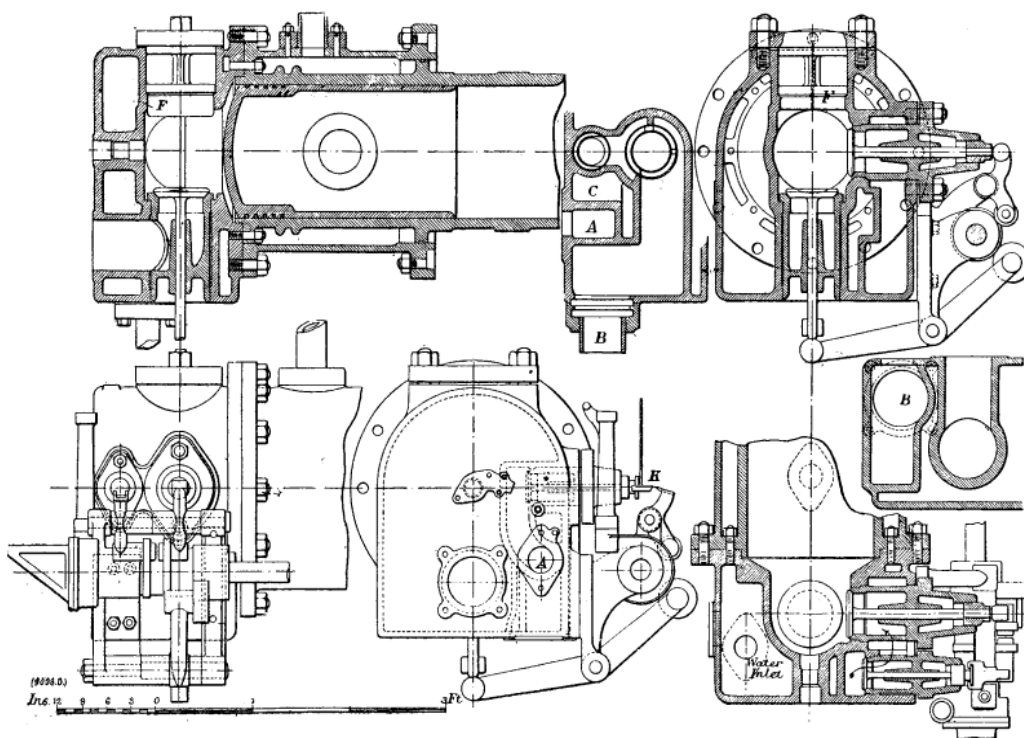


Fig. 1. — Moteur *Davy Paxman* de 34 chevaux.

le voit sur la figure 3, le passage des boulons qui relient l'enveloppe à la culasse n'empêche pas l'eau de refroidissement de circuler librement de cette enveloppe au cylindre. Cette construction évite au cylindre les efforts parfois considérables, et d'ailleurs indéterminés, occasionnés par la contrainte de ses dilatations empêchées par des liaisons inflexibles avec le bâti.

Les sièges des soupapes sont en des douilles ou manchons exactement alésés ou rodés, faciles à enlever avec leurs soupapes. La soupape d'échappement, au bas du cylindre, peut s'enlever par le retrait du bouchon E, dont on peut se servir pour régler le volume de la chambre de compression en variant son épaisseur. L'air entre

(1) *Engineering*, 24 novembre, p. 691.

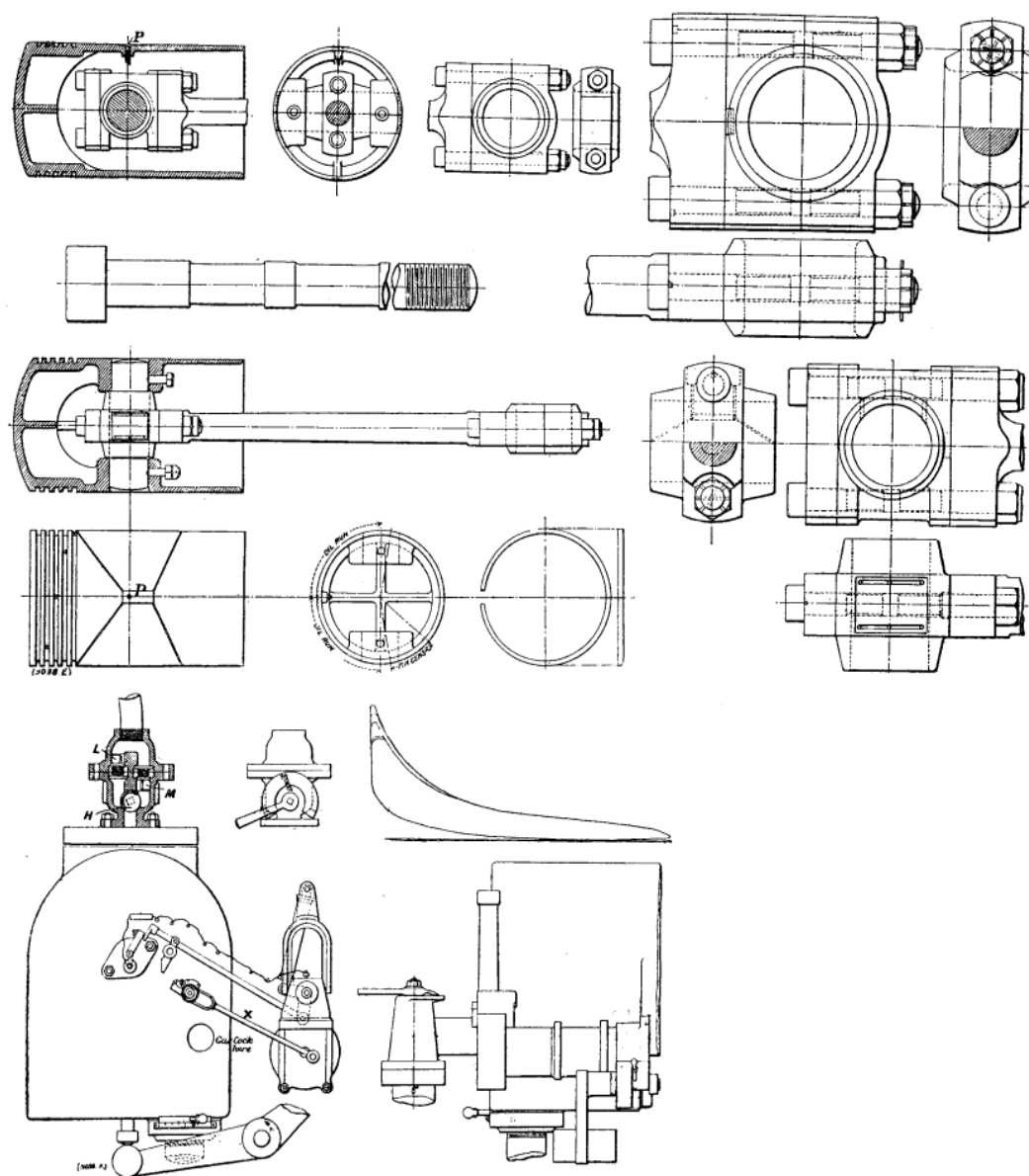


Fig. 2. — Moteur à gaz Davey Paxman, détails du piston de la bielle et de l'allumage.

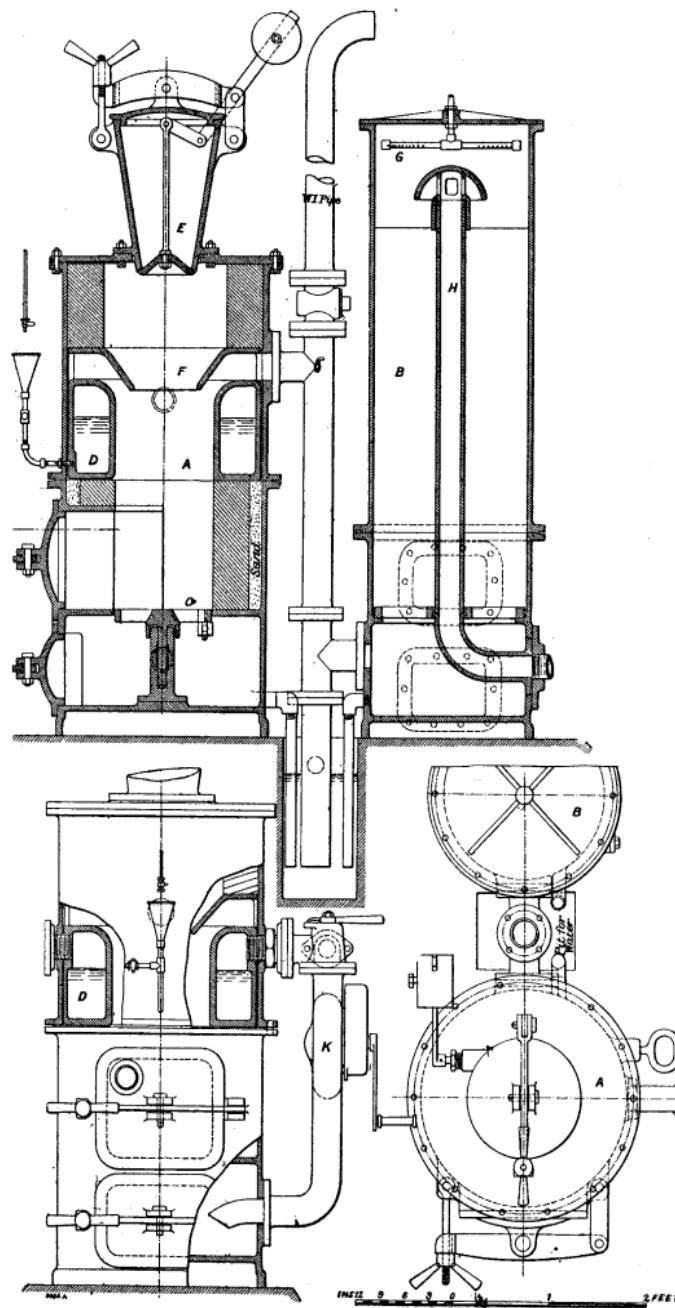


Fig. 3. — Gazogène Davey Paxman.

par C et le gaz par A, venant se mélanger à l'air, suivant les flèches de la figure 7, en traversant les trous de sa soupape d'introduction commandée par la languette K (fig. 3) soumise au régulateur, qui procède en réduisant progressivement l'admission du gaz, par un abaissement graduel de K, puis en la supprimant complètement.

L'eau de refroidissement, admise au bas du cylindre par un tuyau de 60 millimètres, en sort par le haut.

Le graissage du piston se fait (fig. 2) par admission de l'huile du graisseur en une petite cavité P, dans laquelle un tube de 10 millimètres de diamètre, saillant de 1 millimètre sur le fond de la cavité, prend l'huile nécessaire au graissage de la petite tête de bielle. On remarquera que les boulons des têtes de bielle ont leur diamètre réduit au corps, de manière à éviter la concentration des efforts sur le fond des filets. Les pistons et les glissières sont en fer forgé, matière que les constructeurs considèrent, d'après leur très longue expérience, comme les mieux adaptées à l'usure de ces pièces.

L'allumage se fait par une magnéto Sims Bosh, dont la fourche de la bielle X (fig. 2) glisse sur un excentrique réglable de manière que son extrémité vienne lâcher plus ou moins vite le déclat de l'allumage, suivant qu'on veut l'avancer ou le retarder.

La mise en train se fait par de l'air comprimé à 8 kilos, que l'on admet au cylindre, sur le piston disposé en position d'allumage par la soupape L et le robinet à trois voies H; dès que le piston a commencé à se déplacer, on ferme H, et l'air donne une impulsion suffisante pour deux tours. Le réservoir d'air comprimé en renferme assez pour quatre à cinq mises en train; on le remplit en mettant le robinet H dans la position (fig. 2), où, à chaque explosion, il y envoie du gaz par M, puis on ferme H à M dès que la pression atteint 8 kilos dans le réservoir.

Le gazogène est à enveloppe de fonte et à garniture réfractaire sur fourrure en sable (fig. 3) permettant les libres dilatations de l'enveloppe sur le réfractaire. La grille C, montée sur un pivot, peut être oscillée de l'extérieur. La chaudière D, en fonte, est à moitié remplie d'eau, sur laquelle passe l'air allant à la grille. L'alimentation se fait par une trémie E, à clapet que l'on ouvre après la fermeture du couvercle supérieur, et le cône F guide le coke ou l'anthracite au centre du gazogène. Le scrubber B a son coke arrosé en G; le gaz lavé passe au moteur par le tuyau central H, directement. La mise en train du gazogène se fait par un feu de bois activé par un ventilateur K, et sa cheminée de tirage, puis, une fois ce feu bien allumé, on ferme par la porte J et charge environ 50 kilos de coke par la trémie, en continuant de faire marcher le ventilateur jusqu'à ce que la prise de gaz donne une flamme bleue caractéristique.

Aux essais, une de ces machines, de 34 chevaux à 180 tours, a dépensé environ 420 grammes d'anthracite par cheval-heure effectif, avec du gaz à 1 200 calories par mètre cube, renfermant CO^2 , 7,2 p. 100; O, 0,6; CO, 18,6; CH^4 , 1,6; H, 17,6; Az, 54,4 p. 100.

PROCÈS-VERBAUX
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 24 novembre 1905.

Présidence de M. HUET, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

M. G. Duchesne remercie le Conseil de sa nomination comme membre de la Société d'Encouragement.

M. J. Jean, 30, rue de Bondy, présente un procédé d'*épuration des eaux potables*. (Arts économiques.)

M. P. Kestner, 5, rue de Toul, Lille, présente un procédé de *lavage des gaz par atomisation*. (Arts économiques.)

M. S. Devisme, 3, rue Victor-Hugo, Levallois-Perret, demande une annuité de brevet pour un système d'engrenages silencieux. (Arts mécaniques.)

M. Luc Denis, 135, boulevard de Ménilmontant, présente un mécanisme de *réglage du choc* ayant de nombreuses applications. (Arts mécaniques.)

MM. Vinsonneau et Hédeline présentent une étude sur les *sables à mouler* (Arts mécaniques.)

M. Jarriant jeune, 233, rue Croix-Nivert, présente un pli cacheté intitulé : *Fils télégraphiques*.

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente au Conseil, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la fin du *Bulletin* de novembre.

REVUE DES PÉRIODIQUES. — *M. G. Richard* signale les nouveautés suivantes parues dans les périodiques de la dernière quinzaine :

La question de l'**Enseignement technique** préoccupe très vivement, à l'étranger surtout (1), tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'industrie. Chez nous, on semble moins attentif à cette importante question ; on s'y borne, trop souvent, à multiplier des diplômes surannés, d'un rendement de plus en plus aléatoire pour leurs innombrables

(1) Voir notamment le rapport de la *Moseley Educational Commission*.

titulaires. L'un des maîtres les plus éminents de notre enseignement technique, M. H. Le Chatelier, nous a souvent, au Comité de Chimie, entretenus de l'urgence qu'il y aurait à s'occuper, ici, de cette question de l'enseignement technique, dont l'importance, capitale pour nos industries, a été si bien mise en lumière par les rapports, aujourd'hui classiques, d'un autre membre de notre Conseil, M. Haller (1). En voilà plus qu'il ne faut pour me justifier d'attirer aujourd'hui, tout particulièrement, votre attention sur un très intéressant travail que M. Henri Deschamps, professeur à la Faculté technique de l'Université de Liège, a présenté au Congrès international d'expansion économique mondiale de Mons sous le titre : *La formation des ingénieurs*.

M. Deschamps commence par signaler l'extrême importance que présente, pour un ingénieur, la connaissance pratique des langues étrangères : l'anglais et l'allemand ; « avec la connaissance de ces langues, on peut se faire comprendre partout, et l'on s'initie assez rapidement, s'il le faut, à d'autres idiomes d'origine latine ou germanique ». C'est l'évidence même, tout le monde le reconnaît, mais il est certain que l'enseignement de ces langues laisse encore beaucoup à désirer, car le nombre de nos diplômés capables, non de parler l'anglais, et surtout l'allemand, mais même simplement d'en lire les ouvrages techniques couramment, est extrêmement réduit.

Cette lacune signalée comme il convient, et après avoir proposé, pour la combler, des séjours à l'étranger, M. Deschamps aborde la question du meilleur enseignement préparatoire à la carrière d'ingénieur, et il constate, tout d'abord, qu'aucune école ne pourra jamais former des diplômés prêts à entrer, dès leur sortie de l'école, comme ingénieurs dans la pratique.

« L'École, dit-il, ne peut arriver seule à former des ingénieurs. Elle ne prépare que des élèves. Le titre d'ingénieur qu'elle inscrit sur ses diplômes n'est qu'une promesse payable à plus ou moins longue échéance. Le diplôme certifie simplement que celui qui le porte a reçu les connaissances scientifiques et techniques que le professeur peut enseigner en chaire, dans les laboratoires, dans les salles de dessin, et qu'il s'en est assimilé une dose suffisante pour pouvoir commencer à s'initier à la pratique industrielle. De celle-ci, le jeune ingénieur ne connaît que ce qu'il a pu en voir, ou plutôt en entrevoir, en visitant des mines, des ateliers et des usines au cours de ses études, et il sera d'autant moins préparé à rendre des services immédiats dans une industrie que celle-ci comportera plus d'opérations auxquelles il est impossible de s'initier pratiquement à l'école.

« Des personnes étrangères à la carrière de l'enseignement technique, et qui n'en soupçonnent pas les difficultés, qui ne se rendent pas compte du temps qu'il faut aux élèves pour le moindre travail d'application et du petit nombre d'exercices pratiques qu'il leur est possible d'exécuter dans le cours d'une année, s'imaginent que, par une organisation nouvelle des études (sur le principe et les détails de laquelle il y a d'ailleurs autant d'opinions que de personnes), on pourrait arriver à donner aux jeunes ingénieurs une beaucoup plus grande somme de connaissances pratiques, à les initier même sérieusement à la pratique manuelle.

(1) Voir aussi : Boulvin, *Considérations sur l'enseignement de la mécanique* (Revue de Mécanique, septembre 1904 et 1905); Friedel, Étienne et Lienard, *Notes sur les écoles d'ingénieurs pour les mines et la métallurgie en Belgique, Allemagne et Autriche-Hongrie* (Annales des Mines, juillet 1905).

« Il faut, écrit l'une d'elles (1), que l'aspirant ingénieur connaisse ses matériaux et sache comment on les travaille; il doit avoir touché à une lime, à une machine-outil; il doit savoir faire une soudure, ausculter, disséquer un générateur, un moteur à vapeur ou à hydrocarbure, une dynamo et même une turbine. »

« Cela serait très désirable, en effet; mais, pour être logique, il ne faut pas limiter ces connaissances de pratique manuelle au seul domaine de la mécanique et de l'électricité. Il faudrait les étendre à la plupart des branches de l'industrie, car il y a plutôt une tendance à demander une extension des programmes qu'à réclamer une spécialisation plus marquée des études. Et si l'on tenait, en outre, compte des *desiderata* formulés par d'autres ingénieurs, en vue d'un développement plus grand de l'enseignement scientifique, on en arriverait à pouvoir appliquer, sans trop d'exagération, à la carrière industrielle ce qu'un célibataire illustre a dit du mariage: ce ne serait pas trop de la vie entière pour s'y préparer. »

Après avoir, en outre, constaté l'impossibilité actuelle d'un enseignement encyclopédique de quelque valeur, M. Deschamps insiste sur l'extrême importance du rôle de l'enseignement « éducatif » trop souvent négligé, non seulement dans les écoles techniques, mais dans les établissements qui y préparent leurs élèves.

« J'estime, dit M. Deschamps, que l'enseignement technique a un double rôle à remplir: éducatif et instructif, et que c'est à son rôle éducatif qu'il faut attacher *le plus d'importance*. D'une manière générale, l'enseignement doit tendre à former le jugement, à développer l'initiative, à exercer l'ingéniosité.

« L'élève ne doit pas seulement apprendre à connaître des machines, des appareils, des procédés. Il doit être capable de les comparer, de se rendre compte de leurs avantages, de leurs inconvénients, des perfectionnements qu'ils sont susceptibles de recevoir. Il faut qu'il s'exerce à observer, à vaincre des difficultés imprévues, à résoudre des problèmes auxquels il n'aura pas été directement préparé par l'enseignement oral, qu'il sache se documenter lui-même pour l'étude d'une question nouvelle. Il faut surtout qu'il apprenne à poser nettement un problème industriel en ne perdant jamais de vue le côté économique de la question et à discerner, parmi les diverses solutions possibles dans un cas donné, celle qui conduira le plus directement et le plus avantageusement au but. »

Le système général d'études que M. Deschamps arrive à proposer, en vertu de ces considérations et d'autres, pour lesquelles je suis obligé de vous renvoyer à la lecture du mémoire original, est le suivant :

« Le système d'organisation répondant le mieux aux *desiderata* qui viennent d'être exposés consiste à diviser les études en trois parties.

« La première partie serait entièrement consacrée à l'enseignement des sciences pures suivant un programme unique.

« Au programme de la deuxième partie, on inscrirait les cours de sciences appliquées et les matières techniques proprement dites dont l'étude serait reconnue indispensable pour tous les ingénieurs.

« C'est dans la troisième partie que les élèves se spécialiseraient suivant le diplôme auquel ils aspirent, et qu'ils recevraient un enseignement approfondi, théorique et

(1) Société belge des ingénieurs et des industriels : *La réforme de l'enseignement technique*. Rapport présenté au Comité d'études, par M. E. STRASSE. Bruxelles, A. Lesigne; 1904.

pratique, sur les branches portées au programme de leur section. Cette partie des études constituerait un véritable doctorat technique.

« Dans l'application cependant, il ne serait pas possible de réaliser complètement cette division de l'enseignement en trois parties se succédant sans se confondre jamais, car elle conduirait à porter à six années la durée des études. Beaucoup de personnes penseront sans doute qu'il n'est pas désirable de l'étendre à plus de cinq ans.

« C'est pour répondre à ce désir que la Commission dont j'expose le système d'enseignement avait proposé de le réaliser de la manière suivante.

« Le programme des études serait commun à tous les élèves pendant les trois premières années, lesquelles seraient consacrées aux cours de sciences appliquées qui forment le trait d'union entre les premiers et l'enseignement technique proprement dit.

« La bifurcation des programmes commencerait au début de la quatrième année, mais ne serait encore que partielle. Les élèves suivraient en commun les cours techniques d'un intérêt général et recevraient, en outre, un enseignement théorique et pratique sur des matières spéciales.

« Celui-ci serait complété pendant la cinquième année, dont le programme serait composé de manière à donner toute l'importance nécessaire aux travaux de laboratoire, à la rédaction de projets, au travail personnel des élèves. »

Le mémoire de M. Deschamps se termine par quelques considérations spéciales aux écoles techniques de la Belgique, et qui prouvent que l'application, même partielle, de ce programme y a déjà donné des résultats extrêmement encourageants.

Dès l'origine des tramways électriques et du telférage, on a songé à l'emploi de la véhiculation électrique pour le transport des colis postaux à de très grandes vitesses : jusqu'à 300 kilomètres à l'heure ; bien des systèmes ont été proposés et parfois même essayés à grands frais et sans succès, du moins sans suite industrielle (1), soit parce que le trafic probable n'en valait pas la dépense, soit parce que le progrès de la traction électrique n'était pas encore suffisamment avancé.

Tout récemment, après de longues et coûteuses études, une société, constituée à Paris sous le nom de *Société des chemins de fer électro-postaux*, vient de reprendre cette question et d'exécuter, sur une piste d'un kilomètre de diamètre, des essais avec un matériel où l'on a mis à profit les ressources qu'offre aux inventeurs l'électricité de nos jours. Il s'agirait de pouvoir transporter rapidement et à de longues distances, de Paris à Marseille, par exemple, en passant par Dijon, Lyon et Avignon, dans des automotrices électriques, des charges d'un encombrement d'environ 2 mètres cubes et d'un poids de 500 kilogrammes ; la vitesse serait de 250 kilomètres à l'heure. Le trajet serait entièrement souterrain, dans un tunnel elliptique de 2^m,40 × 3^m,90, avec deux voies superposées servant chacune pour un seul sens de la marche. La caisse de l'automotrice d'essai, d'une section rectangulaire d'un mètre de côté × 7^m,65 de long, et terminée par deux extrémités effilées, est supportée par deux roues et guidée par deux paires de galets appuyés latéralement sur le rail supérieur de manière que le véhicule puisse facilement prendre le dévers dans les courbes. Chacune des roues porteuses et

(1) Notamment par Dolbear, Meynadier, van Depoele, Williams et Wees, *La lumière électrique*, 7 septembre 1889, p. 64 ; 12 avril, 13 décembre 1890, p. 64 et 514.

motrices a son essieu commandé par deux poulies de 0^m,50 actionnées par des courroies passées sur le rotor d'une dynamo triphasée, de 0^m,80 de diamètre. A la vitesse de 250 kilomètres, la vitesse à la périphérie des roues est de 70 mètres à la seconde. Les prises du courant se font par des archets sur trois conducteurs. On a adopté le courant triphasé parce que les moteurs à champ tournant ont une vitesse sensiblement invariable quelle que soit la résistance, et déterminée par la seule fréquence du courant moteur.

Le *Génie civil* du 18 novembre, auquel j'emprunte ces quelques renseignements, affirme que les expériences exécutées, cet été, avec cette automotrice et des courants de 1 000 volts à 40 périodes ont réussi; il ne reste plus qu'à considérer la question du rendement financier; nous ne pouvons que souhaiter qu'elle soit résolue favorablement.

J'ai déjà eu l'occasion de vous signaler bien des *emplois curieux du ciment*; en voici un des plus originaux.

Il s'agissait de construire, pour détourner un filet d'eau du Niagara, un peu en arrière des chutes, d'établir, en ce courant vertigineux, un petit barrage. Pour y parvenir économiquement et sans danger, on éleva sur la rive un pylone en blocs de ciment de 2^m,40 d'arête, superposés en une colonne de 15 mètres de haut et séparés les uns des autres par des coins en bois de 0^m,30 d'épaisseur du côté opposé à la rivière; ces blocs étaient, en outre, reliés par une forte chaîne les traversant dans l'axe de la colonne, puis, cette colonne de ciment une fois séchée, on la renversa dans la rivière, où ses blocs ont formé, comme vous le voyez par cette projection, un petit barrage.

On suppose que cela tiendra; nous le souhaitons pour l'originalité de ce procédé, inspiré probablement de la méthode des castors coupant des arbustes pour les abattre dans les ruisseaux qu'ils endiguent (1).

Je ne fais que vous signaler d'un mot les curieuses palplanches en fers profilés employées aux États-Unis pour les batardeaux, etc., d'importantes études de MM. Allen et Sexton sur les condenseurs, Stein sur les moteurs à gaz pour la navigation, et un intéressant travail de M. Magennis sur les plumes à réservoir, parce que le temps passe et que vous trouverez tout cela bientôt dans les Notes de Mécanique des *Bulletins* de novembre et de décembre.

NOMINATION D'UN MEMBRE DU CONSEIL. — M. Bertin, membre de l'Institut, est nommé membre du Conseil de la Société d'Encouragement au *Comité des Arts mécaniques*.

NOTICE NÉCROLOGIQUE. — M. Brull donne lecture de sa notice nécrologique sur M. E. Simon, notice qui sera publiée au *Bulletin*.

CONFÉRENCE. — M. E. Sauvage fait une conférence sur son *Voyage aux États-Unis*.

M. le président remercie vivement M. Sauvage de sa très intéressante conférence fréquemment applaudie.

(1) *Scientific American et Engineering News*, 11 et 16 novembre 1905, p. 382 et 523.

Séance du 8 décembre 1905.

Présidence de M. Huet, vice-président.

CORRESPONDANCE. — *M. Collignon*, secrétaire, dépouille la correspondance.

Il fait part au Conseil de la mort de *M. Radiguet*, membre de la Société; il adresse à la famille de *M. Radiguet* l'expression de la très vive sympathie de la Société d'Encouragement.

M. Bertin remercie le Conseil de sa nomination de membre du *Comité des Arts mécaniques*.

M^{me} Frolet remercie la Société d'une allocation qui vient de lui être accordée.

M. A. Guillard demande une annuité pour un système de *robinet*. (Arts économiques.)

M. J. Petin, 33, quai Voltaire, présente un *moteur thermique à fluide mixte*. (Arts mécaniques.)

M. Dulac de Burghens présente un appareil de *renflouage*. (Arts mécaniques.)

M. Guillerne, 5, cité Bergère, présente un *frein d'urgence pour chemins de fer*. (Arts mécaniques.)

CORRESPONDANCE IMPRIMÉE. — *M. Collignon* présente, avec remerciements aux donateurs, les ouvrages mentionnés à la fin du *Bulletin* de décembre.

REVUE DES PÉRIODIQUES DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

MESSIEURS,

Je vous ai dit, dans notre dernière séance, quelques mots de l'**Enseignement technique**, à propos d'un très remarquable rapport de *M. Deschamps*; je vous demanderai la permission de revenir, encore un instant, et à un autre point de vue, sur cette importante question, à propos d'un événement des plus intéressants et symptomatiques, qui vient de se produire en Allemagne.

Vous savez tous combien l'instruction technique est cultivée en Allemagne; les écoles y sont innombrables, spécialisées de toutes les façons; leurs programmes, variés, sont, ou passent pour être admirablement adaptés aux desiderata de l'industrie, et ils disposent, pour se développer, de ressources pratiquement infinies. Il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir les descriptions données, dans ces derniers temps, principalement par le journal des *Deutscher Ingenieure*, des nouvelles *Technischen Hochschule* installées un peu partout : à Dresde, Munich, Berlin, Darmstadt, Dantzig, toutes avec des laboratoires rivalisant d'opulence. D'autre part, le développement prodigieux des industries allemandes semblerait, *a priori*, justifier cette extension de l'enseignement technique par l'abondance des situations qu'il devrait offrir aux élèves

des écoles techniques. Or il n'en est malheureusement pas ainsi, et, en dernière analyse, ce développement de l'enseignement technique semble aboutir, tout simplement, à la misère, en apparence irrémédiable, de la grande majorité des diplômés.

C'est, du moins, ce qui résulte d'un rapport présenté par M. Hummell, à la réunion de mai dernier de la division de Carlsruhe des Deutscher Ingenieure (1). On y constate, entre autres, que de 1900 à 1904, le nombre des élèves des écoles techniques supérieures allemandes est passé de 5 432 à 13 866; celui des élèves mécaniciens est passé de 755 à 3 000 en Prusse, et de 524 à 2 687 en Saxe... et ainsi de suite, de sorte que le nombre des élèves sortant chaque année des différentes écoles techniques allemandes s'élèverait actuellement à 26 000, alors qu'il n'y en aurait, d'après un recensement de date récente, que 55 000 de casés dans tout l'ensemble des industries allemandes.

La surproduction des diplômés est, là, bien évidente, comme chez nous-mêmes, et il en résulte une surenchère dans l'abaissement de leurs salaires, dans l'humilité et l'incertitude de leurs fonctions et emplois, telle que, privés même des protections légales accordées en Allemagne aux ouvriers, ils ne sont que trop souvent obligés d'accepter des conditions d'emploi inférieures à celles des ouvriers. Aussi ces malheureux diplômés ont-ils résolu, pour se défendre, d'avoir recours à cette arme à double tranchant : le syndicat, et ils en ont tout récemment créé un sous le nom de *Bund der technischen industrielle Beamten*, qui a réuni, presque immédiatement, 3 600 membres. Mais ce n'est pas tant sur la formation même de ce syndicat que sur son programme que j'attirerai votre attention, parce que ce programme montre au mieux à quel degré de détresse la surproduction des diplômés, même fabriqués dans toutes les règles de l'art, les a fait tomber chez une nation aussi en voie de progrès et de développement industriel que l'Allemagne.

Voici ce programme : 1° pas de politique, bien entendu ; 2° obtention de la journée de huit heures, avec paiement des heures supplémentaires ; 3° interdiction du travail du dimanche ; 4° six semaines de délai-congé ; 5° paiement mensuel des salaires ; 6° abolition des clauses de non-concurrence de l'ingénieur à l'établissement qu'il quitte ; 7° règlement équitable de la question des prises de brevet par les ingénieurs ; 8° leur représentation dans les chambres de commerce ; 9° réforme de la procédure légale en matière de réclamations des ingénieurs ; 10° participation aux pensions et assurances de l'État sur la vie, comme les ouvriers.

Je ne sais si les diplômés allemands, réduits à d'aussi humbles revendications, obtiendront gain de cause, et il est d'ailleurs douteux que ce gain puisse améliorer sensiblement leur situation ; mais ce qu'il faut retenir de ce fait, c'est que, quelle que soit l'excellence de l'enseignement donné dans les écoles techniques, la surabondance des diplômés n'aboutira jamais qu'à leur misère. Un petit nombre d'entre eux, non les plus savants, mais les mieux doués pour la lutte, parviendront, aidés, en plus, par une certaine veine, aux quelques situations acceptables et très rares relativement au nombre des postulants, et le reste, la grande majorité, si l'on n'y prend garde, tombera dans une misère inextricable, résignée chez les uns, révoltée chez les autres, aussi nuisible à la prospérité du pays et dangereuse pour l'ordre social que déplorable pour ses victimes immédiates. Il y a, je crois, intérêt, pour nous, à ne pas ignorer cette leçon venue d'outre-Rhin, alors que, dans notre France, dont l'industrie ne se développe

(1) *The Engineer*, 24 novembre, p. 517.

malheureusement pas aussi rapidement que celle de nos voisins, nous semblons tendre, plus que jamais, à cette surproduction des diplômés, non seulement par la multiplication de nos écoles techniques et du nombre de leurs élèves, mais aussi parce que l'Université elle-même, ne trouvant plus une clientèle suffisante dans les fidèles de la science pure, s'apprête à distribuer à ses gradués des diplômes d'ingénieurs de toute sorte.

Vous savez avec quelle rapidité se développent les applications des turbines à vapeur à la navigation, et que nous ne tarderons pas à les voir supplanter les machines à pistons sur deux magnifiques vaisseaux de la compagnie transatlantique Cunard, avec des puissances de 70 000 chevaux et des vitesses de 25 nœuds. Mais, avant de se lancer définitivement dans un projet aussi hardi, la compagnie Cunard a, très sagement, voulu faire, de ces turbines, une application, elle-même des plus hardies et remarquables, sur un navire moins colossal que ceux de 70 000 chevaux, mais déjà très grand : « la Carmania », de 200 mètres de long et de 31 000 tonneaux, avec trois turbines : une de haute et deux de basse pression, d'une puissance totale de 20 000 chevaux (1). Les essais de ce navire viennent d'être exécutés, et c'est un événement des plus notables, une date à retenir dans l'histoire de la turbine à vapeur.

Et, avant de réaliser ce dessein en apparence téméraire, de confier à des turbines le sort de la « Carmania », la compagnie Cunard a pris la sage précaution d'étudier, dans les plus grands détails et « expérimentalement » les principaux problèmes soulevés par cette application. Il s'agissait, en effet, de turbines d'une dimension tout à fait exceptionnelle ; d'un diamètre de 3^m,30 sur 10^m,90 de long, pour celles de basse pression, qui pèsent 340 tonnes, dimensions rendues nécessaires et par leur puissance et par, surtout, la lenteur de leur marche : 180 tours, nécessitée par la condition d'obtenir un bon rendement des hélices. Ces hélices, au nombre de 3, en bronze et à 3 ailes, ont 4^m,20 de diamètre, et marchent à 180 tours, dans d'excellentes conditions.

Afin de pousser ces études préliminaires aussi loin que possible, on n'hésita pas à monter, chez les constructeurs de ces turbines, MM. J. Brown and Co, en Clydebank, un magnifique laboratoire d'essai, avec trois turbines, une de haute et deux de basse pression, d'une puissance totale de 1 800 chevaux, avec leurs condenseurs, etc., et agissant, non sur trois hélices, mais sur trois dynamos, dont il était facile de mesurer à chaque instant la puissance. On exécuta, dans cet atelier, pendant six mois, presque sans interruption, toute une série d'essais, dont la publication, si on la fait, sera des plus intéressantes, et qui donneront la solution pratique d'une foule de difficultés nouvelles, notamment en ce qui concerne la fixation des aubes et l'établissement de joints étanches à la vapeur et aux rentrées d'air dans le passage de l'arbre au travers des enveloppes des turbines.

La fabrication de ces turbines a, en outre, exigé l'emploi d'un outillage spécial, adapté à leurs dimensions exceptionnelles, et dont on peut se faire une idée par les projections que je mets sous vos yeux (1). Des soins tout particuliers ont été pris pour l'équilibrage des rotors de ces turbines sur des vérificateurs à couteaux, dont vous voyez un exemple sur cette projection ; les aubes, au nombre de 1 112 000, ont été fixées puis vérifiées une à une : leur longueur varie de 50 à 193 millimètres et les plus

(1) *Engineering*, 2 décembre 1905 et *Revue de mécanique*, octobre 1905.

longues ont été consolidées radialement par des serrages au moyen de cercles en laiton, libres, néanmoins, de céder aux dilatations sans rien fausser.

Les quatre projections que je fais maintenant passer, et qui montrent l'ensemble de l'installation des turbines de la « Carmania » et celui des machines à quadruple expansion du bateau semblable, la « Caronia », vous montrent, de suite, que l'encombrement des deux systèmes : turbines et machines à pistons, est sensiblement le même, ce qui est dû à l'extrême lenteur de la marche des turbines ; mais si l'encombrement est le même, l'aspect de la chambre de chauffe est, comme vous le voyez par cette projection, notablement simplifié. En outre, il n'y a plus à se préoccuper, avec les turbines, de l'équilibre des forces d'inertie colossales des pièces animées de mouvements alternatifs verticaux. De là, une absence presque complète de vibrations, extrêmement remarquable, et des plus agréables pour les passagers, en même temps que profitable à la solidité de la coque et à la conservation des arbres des hélices, débarrassés de tout-à-coup et de leurs manivelles coudées, si difficiles à ne pas surmener.

Le poids de l'installation des turbines est d'environ 5 p. 100 moins lourd que celui des moteurs à pistons, bien qu'il ait fallu, pour assurer un vide exceptionnellement élevé, condition essentielle au rendement des turbines, augmenter de 20 p. 100 la surface des condenseurs, et presque doubler le débit des pompes de circulation, le porter à 60 fois le poids de vapeur condensée. En outre, pour assurer ce vide exceptionnel, on a complété les pompes à air ordinaires par l'addition de pompes à air sèches, n'aspirant, du haut du condenseur, que de l'air et un peu de vapeur, sans eau ; division du travail qui tend d'ailleurs à se répandre dans toutes les grandes installations de condenseurs.

En marche normale, la vapeur passe de la chaudière à la turbine de haute pression, puis à celles de basse pression, où elle achève sa détente, et, de là, aux condenseurs ; mais, pour les manœuvres, une valve commandée mécaniquement de la plate-forme permet de séparer la turbine de haute pression de chacune des deux autres, que l'on peut ainsi faire manœuvrer indépendamment. Chacune des turbines est pourvue d'un régulateur limitant son accélération à 10 p. 100 de la vitesse normale de 180 tours, et d'un arrêt de sûreté qui coupe la vapeur dès que les turbines commencent à s'emballer.

Nous ne possédons, sur les essais de la « Carmania », encore aucun détail ; tout ce que l'on sait, et c'est l'essentiel, c'est qu'ils ont parfaitement réussi, comme sûreté et douceur de marche, puissance, économie et facilité d'évolution du navire. Il s'agit donc bien, ici, d'un important événement dans l'histoire des turbines à vapeur, qui méritait de vous être signalé, quelle que soit l'issue finale, et que nous souhaitons heureuse, de cette innovation conduite avec, à la fois, tant de hardiesse et de méthode.

RAPPORT DE LA COMMISSION DES FONDS ET DES CENSEURS SUR L'EXERCICE FINANCIER DE 1904. — Ces rapports rédigés par *M.M. Bordet et Lafosse* sont lus et approuvés par l'assemblée générale.

RAPPORTS DES COMITÉS. — Sont lus et adoptés les rapports suivants :

M. Livache, au nom du Comité de Chimie, sur une étude de *M. J. Prévot*, relative à l'enseignement technique des industries du cuir en Angleterre et sur la grille cadre de *M. Tourneux*.

M. Larivière, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts, sur le *chauffe-bain* de *M. Mollas*.

M. Toulon, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la *machine à écrire* *Hammond*.

COMMUNICATIONS. — Sont présentées les communications suivantes :

M. Rozé. Sur l'*Enrouleur Leneveu*.

M. Arnoux. Sur la *Canne pyrométrique*.

M. le Président remercie *MM. Rozé* et *Arnoux* de leurs intéressantes communications, qui sont renvoyées aux Comités des Arts mécaniques et des Arts économiques.

ÉLECTIONS POUR LE BUREAU DE 1906. — Le dépouillement du scrutin pour l'élection des membres du bureau de la Société pour 1906 n'ayant pas fourni le quorum exigé par les statuts, le vote définitif est renvoyé à la *première séance de janvier*.

BIBLIOGRAPHIE

Annales de l'Observatoire météorologique physique et glaciaire du Mont-Blanc.
Tome VI. Paris, G. Steinheil, 1903.

M. J. Vallot, fondateur et directeur de l'observatoire du Mont-Blanc, altitude 4 350 mètres, vice-président du Club alpin français, a fait don à notre bibliothèque du tome VI des annales de son célèbre observatoire.

Ce volume renferme un mémoire très important de M. J. Vallot, *Sur la respiration au Mont-Blanc dans les conditions ordinaires de la vie.*

Des expériences préliminaires (1886 et 1887) avaient déjà donné les conclusions : que l'ascension au Mont-Blanc produit une diminution de la capacité thoracique et que le séjour prolongé à l'altitude du Mont-Blanc produit une augmentation de la ventilation pulmonaire, due à l'augmentation de la profondeur des inspirations.

Les expériences nouvelles ont été exécutées avec des instruments plus précis, de 1898 à 1900, sur un sujet très entraîné, M. J. Vallot lui-même, et sur un sujet bien moins entraîné, M. de Goumoëns.

Les conclusions sont les suivantes :

La ventilation pulmonaire présente pour sa variation diurne la même marche à toutes les altitudes, lorsque le régime alimentaire est le même. Cette variation diurne est produite et réglée par les repas ; chaque repas produisant une augmentation considérable. L'amplitude de la variation diurne peut être du tiers de la ventilation maxima, soit une variation de trois litres dans la journée.

La ventilation pulmonaire présente en outre des variations très irrégulières, dues probablement à l'irrégularité de l'alimentation.

Lorsqu'on séjourne au Mont-Blanc, il se produit une grande augmentation de la ventilation réelle ou travail physique du poumon. Il se produit un acclimatement lent mais graduel, par l'augmentation de la fonction respiratoire, en ce qui concerne le travail chimique du poumon. A la descente, le retour à la normale est presque immédiat pour le travail physique, mais reste moindre quelque temps pour le travail chimique.

Le nombre des inspirations augmente. Il y a surtout une grande augmentation dans la quantité d'air introduite dans le poumon à chaque inspiration. L'acclimatement graduel qui se produit à une grande altitude est dû en partie à l'augmentation de la profondeur des inspirations. Cet acclimatement n'est que partiel et paraît pouvoir se compléter par le prolongement du séjour.

L'ascension fait diminuer la capacité thoracique d'une quantité notable, pouvant atteindre 10 p. 100 de son volume normal ; l'acclimatement ne semble pas apporter une amélioration bien sensible à l'état défectueux de l'organe.

Le même tome VI des *Annales* renferme les *Études exécutées au glacier de Tête-Rousse*, par MM. Mougin, inspecteur des Eaux et Forêts, et Bernard, inspecteur-adjoint. A propos de la pénétration du froid dans les glaciers, ils concluent que « les glaciers jouent le rôle d'une enveloppe protectrice au point de vue de la pénétration du froid et de la chaleur à l'égard des vallées qui les renferment, et il devient, à nos yeux, difficile d'admettre maintenant que la vitesse des glaciers puisse être influencée par la température. C'est là une confirmation nouvelle des résultats obtenus par M. J. Vallot à la Mer de glace. »

Il renferme enfin, de M. Henri Vallot, des *Notes sur quelques particularités de la détermination des stations par relèvement*, et l'*État d'avancement des opérations de la carte du Massif du Mont-Blanc*, à l'échelle du 20 000^e.

M. J. Vallot nous promet prochainement l'apparition du tome VII, dont l'impression est déjà commencée. Ce volume comprendra un mémoire physiologique du docteur Kuss, sur la modification des échanges physiologiques, un mémoire de M. Henri Vallot, sur le degré de précision des cartes modernes du Mont-Blanc, un autre sur l'ancien cadastre de la vallée de Chamonix, une note de MM. Lecarme sur leurs expériences au Mont-Blanc, le résumé des recherches de M. J. Vallot sur les variations de l'oxyhémoglobine aux grandes altitudes, une étude sur le calcul des altitudes par le baromètre, etc.

On voit, par l'importance et par l'intérêt de ces travaux, combien nous devons nous estimer heureux de les avoir reçus pour notre bibliothèque.

Historique des grèves des ouvriers mineurs et métallurgistes en Meurthe-et-Moselle (juillet-septembre 1905); suivi des interpellations sur les grèves de Longwy, discutées à la Chambre des députés le 3 novembre 1905, publié par le Comité des Forges de France (circulaire n° 62, 110 pages).

Travail des plus suggestifs; il éclaire sur les causes occasionnelles de ces grèves qui, pendant près de trois mois, ont agité une population jusque-là tranquille et laborieuse, sans qu'au début il existât entre les patrons et les ouvriers aucun différend. La cessation du travail a été politique, et, dès que l'ordre fut assuré d'une façon effective, la rentrée aux usines s'effectua sans incident.

Quant aux conséquences matérielles qui pèsent sur les uns et sur les autres, il est trop aisé, malheureusement, de se les figurer.

Des études historiques comme celle-ci sont, de même que celle que nous avons remarquée l'an dernier sur les grèves de Marseille, des documents d'un enseignement infiniment précieux.

Das Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben vom Akademischen Verein « Hütte » neunzehnte, neu bearbeitete Auflage; mit über 1600 in den Satz eingedruckten Abbildungen. I et II. Berlin 1905, Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn (nos 12951, 12952 de notre bibliothèque).

La dix-neuvième édition de ce magnifique vade-mecum sera certainement bien accueillie de tous les techniciens. Elle forme deux gros volumes, comprenant plus de 2 000 pages et plus de 1 600 figures, le tout au courant des derniers progrès de la science et de la technologie. La plupart des chapitres ont reçu des modifications et des augmentations considérables, en particulier ceux qui traitent des turbines à

vapeur, des machines-outils, des appareils de levage, des machines soufflantes et compresseurs. Dans la seconde partie, les chapitres qui traitent de la construction des ponts, des navires, des transbordeurs à câbles et des chemins de fer ont été complètement remaniés. Celui de l'électro-technique a été complété et mis à jour.

La somme de documents contenus dans ces deux volumes est immense; on s'en rendra compte d'après l'énoncé des différents chapitres.

1^{re} division : *Mathématiques*. — Arithmétique, fonctions circulaires et hyperboliques. Calcul intégral et différentiel. Probabilités. Géométrie analytique. Mesure des surfaces et des volumes. Perspective.

2^e division : *Mécanique des corps solides*. — Mouvement géométrique. Mécanique physique. Statique. Dynamique. Frottements. Mécanique des corps liquides.

3^e division : *Chaleur*. — Propriétés générales des corps. Transmission de la chaleur. Principes généraux de thermodynamique. Gaz parfaits. Vapeurs. Écoulements des gaz et des vapeurs. Combustion. Pression du vent et résistance de l'air.

4^e division : *Résistances*. — Généralités et formules. Résistance d'un brin rigide. Résistance d'un brin courbé. Résistance des ressorts. Résistance des plaques et des réservoirs.

5^e division : *Matériaux*. — Généralités. Métaux. Pierres naturelles et terres. Pierres artificielles. Mortiers, chaux, ciments, bétons. Verres. Caoutchouc et gutta-percha. Verre soluble. Mastics. Asphalte. Carton goudronné pour toiture. Bois de travail. Lubrifiants. Courroies de transmission. Combustibles.

6^e division : *Organes des machines*. — Pièces auxiliaires pour l'assemblage des machines. Engrenages et poulies. Appareils de levage. Freins. Pistons, bielles et presse-étoupe. Manivelle et excentrique. Machines élévatoires pour les liquides. Régulateurs.

7^e division : *Machines motrices*. — Moteurs animés. Machines hydrauliques. Chaudières, machines à vapeur. Moteurs à explosion.

8^e division : *Machines de travail*. — Machines-outils. Treuils, grues. Machines élévatoires d'eau sous pression. Monte-charges. Perforatrices. Matériel de traction. Pompes élévatoires. Machines soufflantes et compresseurs.

9^e division : *Appareils de mesure*.

10^e division : *Constructions*. — Fondations. Murs. Toitures. Escaliers, couvertures, planchers. Monuments à affectations spéciales.

11^e division : *Ventilation et chauffage*.

12^e division : *Travaux d'amenée d'eau*.

13^e division : *Egouts*.

14^e division : *Voirie*. — Généralités. Construction et entretien des voies.

15^e division : *Statique de la construction des bâtiments*. — Généralités. Construction des ponts et des toitures. Pression des terres et murs de soutènement. Voûtes.

16^e division : *Constructions en ciment armé*.

17^e division : *Navires et machines marines*.

18^e division : *Chemins de fer*. — Règlements administratifs. Construction des voies ferrées. Moyens de traction. Exploitation Funiculaire. Chemins de fer sur route.

19^e division : *Métallurgie*. — Minerais de fer. Production de la fonte. Fer de forge. Laminés.

20^e division : *Électrotechnique*. — Généralités. Piles. Dynamos et moteurs. Survolteurs et transformateurs. Couplage et réglage des génératrices. Propriétés des différents systèmes. Choix du courant. Conducteurs. Éclairages. Tramways électriques. Résolutions adoptées par l'Association Deutsch Elektrotechniker.

21^e division : *Fabrication du gaz*.

Nous ne possédons en français qu'une traduction de la 13^e édition allemande, mais

nous sommes heureux d'annoncer qu'on nous promet une traduction de l'édition de 1905.

Annuaire technique, par H. RODIER, 64, rue de la Victoire, Paris.

La publication de M. Rodier constitue un « Formulaire Aide-Mémoire » des questions successivement exposées.

A ce jour 8 fascicules ont été édités et ont été adressés très gracieusement à notre bibliothèque, 4 autres fascicules sont en impression. Ce sont, par ordre :

1^{er} fascicule : *Accumulateurs électriques*. — Comprenant la théorie et la pratique, ainsi que la description des principaux appareils employés dans l'industrie.

2^e fascicule : *Carneaux et cheminées*. — Avec toute la théorie, exemples, calculs et même cas spéciaux relatifs aux carneaux, cheminées d'usines, tirage, écoulement des gaz, etc.

3^e fascicule : *Combustibles*. — Comprenant l'étude et l'examen des combustibles industriels, bois, tourbe, lignite, houille, anthracite, etc., jusqu'aux alcools, pétroles, etc.

4^e et 5^e fascicules : *Chaudières à vapeur*. — Avec toute la théorie de la surface de chauffe, les considérations générales sur la vapeur, vaporisation, calcul des chaudières, etc., ainsi que la description des principaux types employés dans l'industrie, la navigation, etc.

6^e, 7^e et 8^e fascicules : *Traction sur routes. Automobiles*. — Ces fascicules, intéressants entre tous, étudient toutes les particularités de la traction sur routes et de l'automobile, depuis l'origine des mouvements de lacets jusqu'aux causes de détérioration ou de mauvais fonctionnement des moteurs. Des voitures de toutes sortes, en outre, sont décrites et étudiées.

Les fascicules en préparation sont :

9^e fascicule : *Notes et formules*.

10^e et 11^e fascicules : *Electricité théorique et pratique*.

12^e fascicule : *Eclairage électrique*.

Plusieurs de ces fascicules ont déjà été l'objet de réimpression. Ceux consacrés aux automobiles nous ont été signalés comme formant l'une des monographies les mieux réussies sur la question.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1905

PRÉVOT (J.). — **Étude sur l'enseignement technique des Industries du cuir en Angleterre**, 24 × 13,5, 167 p. Paris, Syndicat général des Cuirs et Peaux de France, 1905. **12 947.**

ZEUNER (GUSTAVE). — **Théorie des turbines. Hydraulique pratique**. Traduit de l'allemand par E. Kreitman, 25 × 16, xv-418 p. Paris, V^{re} Ch. Dunod, 1905. **12 948.**

RIGHI (AUGUSTO). — **La théorie moderne des phénomènes physiques. Radioactivité, Ions, Électrons**. Traduit sur la 2^e éd. italienne par Eugène Néculcéa. 23 × 14, 125 p. Paris, *L'Éclairage Électrique*, 1906. **12 949.**

LAUTERBACH (FRITZ). — *Geschichte der in Deutschland bei der Färberei Angewandten Farbstoffe, mit besonderer Berücksichtigung des mitteralterlichen Waidbaues*. 23 × 15, 113 S. Leipzig, Veit und Comp., 1905. **12 950.**

INGENIEURE TASCHENBUCH (DES), hrsg von Akademischen Verein Hütte, 19^e Aufl. 18,5 × 11,5. 1334 und 926 S., über 1600 Abb. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1905. **12 951, 12 952.**

CARRIÈRE (L.). — **Sur les déformations de l'alliage eutectique plomb-étain et les métaux visqueux**. (Thèse de doctorat, faculté des sciences de Toulouse.) 27 × 21,5, 66 p., Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12 953.**

JOUBERT. — **Sur les équations qui se rencontrent dans la théorie de la transformation des fonctions elliptiques**. 28 × 22,5, 190 p. Paris, Gauthier-Villars, 1876. **12 954.**

Agenda agricole et viticole, par V. Vermorel, 1906, 21^e année. **Pér. 290.**

Bureau of labor Washington. Bulletin n° 60 : Government industrial arbitration. **Pér. 35.**

Institution of civil engineers. Minutes of proceedings. Vol. CLXI, 1905. **Pér. 189.**

Bibliographie des travaux historiques et archéologiques publiés par les Sociétés savantes de la France, dressée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par Robert de Lasteyrie avec la collaboration d'Alexandre Vidier, 1902-1903 et tome IV, 4^e livraison. Paris, Imprimerie Nationale, 1905.

GRAFFIGNY (H. DE). — **L'électricité dans l'automobile**. Fonctionnement des moteurs d'automobile. Différents systèmes d'allumage. — Piles. — Accumulateurs. — Magnétos. — Dynamos. — Instruments de mesure. — Appareils d'allumage. — Appareils de réglage. Emplois divers. 19 × 12, 201 p., 65 fig. Paris, H. Desforges, 1905. **12 955.**

CHAMPLY (RENÉ). — **Le trésor du chauffeur**. Recettes et procédés utiles aux chauffeurs d'automobile, mécaniciens et amateurs, avec un appendice théorique et pratique sur les magnétos et dynamos d'allumage. 19 × 13. 215 p. avec fig. Paris, H. Desforges, 1906. **12 956.**

LODIN (A.). — **Métallurgie du zinc**. 25 × 16,5. 810 p., 275 fig. XXV pl. Paris, V^{re} Ch. Dunod, 1905. **12 957.**

NOBLE (H.). — **Fabrication de l'acier.** 25,5×316,5. vii-604 p., fig., IX pl. Paris, V^{re} Ch. Dunod, 1905. **12958.**

LOZÉ (ED.). — **Les mines et la métallurgie à l'Exposition du Nord de la France.** Arras, 1904. 34×22,5. xv-400 p., 268 fig. et planches. Paris, V^{re} Ch. Dunod, 1905. **12959.**

DITTE (ALFRED). — **Étude générale des sels.** 1^{re} et 2^e parties. 25,5×16,5. vii-304 p., et 383 p. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906. **12960, 12961.**

BECHMANN (G.). — **Hydraulique agricole et urbaine.** Cours de l'école des Ponts et Chaussées (Encyclopédie des Travaux Publics M. C. Lechalas). 25×16,5. 642 p., fig. Paris, Ch. Béranger, 1905. **12962.**

ASTRUC (A.). — **Le vinaigre.** (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté.) 19×12, 163 p. fig., Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12963.**

GRILLET (L.). — **La législation des accidents du travail.** (Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté.) 19×12, 200 p., fig. Paris, Gauthier-Villars, 1905. **12964.**

DUJARDIN (J.). — **Notice sur les instruments de précision appliqués à l'œnologie,** construits par J. Dujardin, successeur de Salleron. 4^e édition. 25×16. xiii-543 p., fig. Paris, chez l'auteur, 24, rue Pavée, 1905. **12965.**

Annales de l'OBSERVATOIRE MÉTÉOROLOGIQUE, PHYSIQUE ET GLACIAIRE DU MONT-BLANC, publiées sous la direction de J. Vallot. Tome VI. Paris, G. Steinheil, 1905 (Don de M. J. Vallot). **Pér. 314.**

Annuaire pour l'an 1906, publié par le Bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 124.**

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. *Compte rendu du 32^e Congrès,* 1905. Le Havre. **Pér. 298.**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. *Proceedings. Parts 1-2.* 1905. **Pér. 114.**

LITTÉRATURE

DES

PERIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Novembre au 15 Décembre 1905

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

<i>Ag.</i> . . . Journal de l'Agriculture.	<i>M.M.</i> . . . Mining Magazine.
<i>Ac.</i> . . . Annales de la Construction.	<i>Ms.</i> . . . Moniteur scientifique.
<i>ACP.</i> . . . Annales de Chimie et de Physique.	<i>MC.</i> . . . Revue générale des matières colo-
<i>AIM.</i> . . . American Institute of Mining En-	rantes.
gineers.	<i>PC.</i> . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
<i>AM.</i> . . . Annales des Mines.	<i>Pm.</i> . . . Portefeuille écon. des machines.
<i>AMa.</i> . . . American Machinist.	<i>RCp.</i> . . . Revue générale de chimie pure
<i>Ap.</i> . . . Journal d'Agriculture pratique.	et appliquée.
<i>APC.</i> . . . Annales des Ponts et Chaussées.	<i>RdM.</i> . . . Revue de métallurgie.
<i>Bam.</i> . . . Bulletin technologique des anciens	<i>Rgc.</i> . . . Revue générale des chemins de fer
élèves des écoles des arts et	et tramways.
métiers.	<i>Ré.</i> . . . Revue électrique.
<i>BCC.</i> . . . Bulletin du Congrès international	<i>Ri.</i> . . . Revue industrielle.
des chemins de fer.	<i>RM.</i> . . . Revue de mécanique.
<i>CN.</i> . . . Chemical News (London).	<i>Rmc.</i> . . . Revue maritime et coloniale.
<i>Cs.</i> . . . Journal of the Society of Chemical	<i>Rso.</i> . . . Réforme sociale.
Industry (London).	<i>RSL.</i> . . . Royal Society London (Proceedings).
<i>CR.</i> . . . Comptes rendus de l'Académie des	<i>Rt.</i> . . . Revue technique.
Sciences.	<i>Ru.</i> . . . Revue universelle des mines et de
<i>Dp.</i> . . . Dingler's Polytechnisches Journal.	la métallurgie.
<i>E.</i> . . . Engineering.	<i>SA.</i> . . . Society of Arts (Journal of the).
<i>E'</i> . . . The Engineer.	<i>ScP.</i> . . . Société chimique de Paris (Bull.).
<i>Eam.</i> . . . Engineering and Mining Journal.	<i>Sie.</i> . . . Société internationale des Électri-
<i>EE.</i> . . . Eclairage électrique.	ciens (Bulletin).
<i>Elé.</i> . . . L'Électricien.	<i>SiM.</i> . . . Bulletin de la Société industrielle
<i>Ef.</i> . . . Économiste français.	de Mulhouse.
<i>EM.</i> . . . Engineering Magazine.	<i>SL.</i> . . . Bull. de statistique et de législation.
<i>Fi.</i> . . . Journal of the Franklin Institute	<i>SNA.</i> . . . Société nationale d'Agriculture de
(Philadelphie).	France (Bulletin).
<i>Gc.</i> . . . Génie civil.	<i>SuE.</i> . . . Stahl und Eisen.
<i>IaS.</i> . . . Iron and Steel Metallurgist.	<i>Va.</i> . . . La Vie automobile.
<i>IC.</i> . . . Ingénieurs civils de France (Bul-	<i>VDI.</i> . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher
letin).	Ingenieure.
<i>Ie.</i> . . . Industrie électrique.	<i>ZaC.</i> . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
<i>Im.</i> . . . Industrie minérale de St-Étienne.	<i>ZOI.</i> . . . Zeitschrift des Oesterreichischen
<i>It.</i> . . . Industrie textile.	Ingenieure und Architekten-
<i>IoB.</i> . . . Institution of Brewing (Journal).	Vereins.

AGRICULTURE

- Betterares à sucre.* Culture. Essais de 1903 et 1904 (Saillard). *Ag.* 16 Déc., 970.
- Bétail.** Alimentation des vaches laitières. *Ap.* 23 Nov., 651.
- Vaccinations tuberculeuses de Melun. *Ap.* 14 Déc., 749.
 - Désinfection des étables infestées par la tuberculose. *Ap.* 23 Nov., 657.
 - Variation du type de bétail normand. *Ap.* 14 Déc., 752.
 - Croisements de la race bovine bretonne. *Ag.* 30 Nov., 683.
 - Bœufs de travail limousins. *SNA.* Oct., 669.
- Batteuses américaines.** *Ef.* 17-24 Nov., 486, 508; 18 Déc., 534, 559.
- Cheval** boulonnais. *Ap.* 7 Déc., 724.
- Ration d'entretien au repos et à la marche. *Ap.* 23-30 Nov., 649, 681.
 - Alimentation du. *Ap.* 14 Déc., 745.
 - Variation du poids vif. *Ap.* 7 Déc., 714.
- Caféiers* de Nouvelle-Calédonie. Un ennemi des (Galland). *CR.* 27 Nov., 898.
- Ciguës.* Destruction des. *Ag.* 16 Déc., 981.
- Engrais.** Nitrates et nitrites (Schlœsing). *CR.* 13 Nov., 745.
- Phosphates acides et basiques (Sutherst). *CN.* 15 Déc., 274.
 - Composés alcalins insolubles dans les tissus végétaux vivants (Berthelot). *CR.* 20 Nov., 793.
- Lait.** Écrémeuses. Concours de Boulogne-sur-Mer. *Ag.* 9 Déc., 943.
- Réfrigération du lait Douglas. *Ef.* 17 Nov., 496.
 - Congrès international de la laiterie. *RCp.* 10 Nov., 357.
- Lin.* Évolution de sa taille. *CR.* 27 Nov., 900.
- Haricot* de Lima. *Ag.* 25 Nov., 858.
- Jachère épuisante et jachère améliorante.* *Ap.* 7 Déc., 719.
- Location d'une ferme* de l'hospice de Meaux depuis 1400 (Bénard). *SNA.* Oct., 719.
- Moissonnage mécanique.* *SNA.* Oct., 669.
- Meunerie.* Transformation de l'industrie de la. *Ef.* 18 Nov., 734.
- Nappes souterraines.* Influence des forêts. *Ap.* 7 Déc., 721.
- Roscoff.* Cultures de. *Ap.* 7 Déc., 717.

- Paille.* Substitution à la houille. *Ap.* 30 Nov., 686.
- Reboisement* et agriculture. *Ap.* 23 Nov., 654.
- Saules de Sologne.* *Ag.* 9-16 Déc., 933, 983.
- Solanum Commersoni.* Variations dans les cultures de Verrières et de Fontliasme. *Ap.* 17 Déc., 759.
- Tabac et Sumac.* Examen microscopique. *Fi.* Nov., 369.
- Tunisie.* Acclimatation de quelques cultures. *Ap.* 23 Nov., 660.
- Vaine pâture.* *SNA.* Oct., 694.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer** des États-Unis. Situation financière. *Ef.* 25 Nov., 769.
- Français en 1904 (Colson). *BCC.* Nov., 2803.
 - Chinois. *Rge.* Déc., 397.
 - Italiens. *Rge.* Déc., 431.
 - d'Europe, accroissement en 1904. *Ef.* 2 Déc., 805, en 1903. *SL.* Nov., 535.
 - Métropolitain de Paris, traversée de la Seine. *Gc.* 2 Déc., 65.
 - Voie de 0^m,75 du gouvernement de Chypre. *Ef.* 17 Nov., 488.
 - Électriques à courants monophasés ou continus. *E.* 24 Nov., 697.
 - de Gruyères. *EM.* Déc., 380.
 - Monophasés (Scott). *Re.* 15 Déc., 346.
 - Matériel de (Potter) (*id.*), 347.
- Bagages* (Service des) aux États-Unis. (Giese et Blum). *BCC.* Nov., 2782.
- Gare nouvelle* de Washington. *Rge.* Déc., 409.
- Locomotives** britanniques en 1904. *BCC.* Nov., 2753.
- Progrès récents. *Ef.* Déc., 529.
 - du Caledonian Ry. Service des. *Ef.* 8 Déc., 559.
 - Pour les chemins indiens. *Ef.* 8 Déc., 570.
 - Compound express du P.-L.-M. *E.* Nov., 704.
 - Express de l'État Belge. *E.* 1^{er} Déc., 728.
 - à 10 roues couplées du Great-Western. *E.* 24 Nov., 693.
 - tender 3 couplés, Madrid-Alicante. *E.* 17 Nov., 485.
 - radiale, 3 couplés du North Staffordshire. *Ef.* 15 Déc., 592.

- Locomotives.** Chargement des tenders au dépôt de Grunewald. *Rgc. Déc.*, 446.
 — Grille à secousse, C^{ie} d'Orléans. *Rgc. Déc.*, 448.
Voie. Évolution des voies en vue des grandes vitesses. *Gc. 9 Déc.*, 93.
Wagons de grande capacité. *VDL. 18 Nov.*, 1835.
 — de 40 tonnes du P.-L.-M. pour toles de grande largeur. *Rgc. Déc.*, 393.
 — à l'Exposition de Saint-Louis. *Dp. 9 Déc.*, 772.

TRANSPORTS DIVERS

- Automobiles** à l'Exposition de l'Olympia. *E. 24 Nov.*, 701.
 — en temps de guerre, 733.
 — à pétrole. Legros et Knowles. *E. 17 Nov.*, 649.
 — — Brazier 1906. *Va. 16 Déc.*, 796.
 — — Arrol. Johnson. *E. 17 Nov.*, 655.
 — — Ader. *Va. 9 Déc.*, 770.
 — — 14 chevaux Thornycroft. *E. 1 Déc.*, 741.
 — — Renault (Fiacres). *Va. 16 Déc.*, 801.
 — — Seddeley, 32 chevaux. *E. 8 Déc.*, 765.
 — — Itala. *Va. 16 Déc.*, 804.
 — Bandages. *Ri. 2 Déc.*, 474.
 — Motocyclette des ateliers de Herstatt. *E. 1^{er} Déc.*, 741.
 — Projecteur Besnard. *Ri. 18 Nov.*, 454.
Tramways électriques de Philadelphie. *Gc. 25 Nov.*, 49.
 — de Paris-Malakoff. Courants monophasés. *Rgc. Déc.*, 442.
Transporteur électro-postal à grande vitesse de la Société des chemins de fer électro-postaux. *Gc. 18 Nov.*, 37.

CHIMIE ET PHYSIQUE

- Alcool** synthétique (Loucheux). *Rt. 25 Nov.*, 878.
Acétate d'arsenic (Pretet et Bon). *ScP. 20 Nov.*, 1139.
Acétylène. Rapports au IV^e Congrès. *RCp. 26 Nov.*, 341.
 — Appareil doseur-mélangeur Molet Boistelle (*id.*), 342.
 — Soudure autogène à l'. Rapport du bureau Veritas. *Rt. 25 Nov.*, 656.

- Brasserie.** Divers. *Cs. 30 Nov.*, 1182.
 — Diastase liquéfiant du malt. Composés minéraux qui la provoquent (Wolff). *CR. 11 Déc.*, 1046.
 — Mycologie technique (Hansen). *IoB. Déc.*, 587.
 — au Transvaal (Hodson). *IoB. Déc.*, 600.
Bromoborates de calcium (Ouvrard). *CR. 11 Déc.*, 1022.
Blanchissage et apprêt du linge (Verefel). *Mc. 1^{er} Déc.*, 347.
Chaux et ciments. Association des fabricants de portland allemands. *Le Ciment. Nov.*, 166.
 — Divers. *Cs. 30 Nov.*, 1172.
Cadmium. Dosage comme oxyde et par cathode tournante (Flora). *American journal of Science. Déc.*, 448, 454.
Cobalt et Nickel. Recherches expérimentales (Copaux). *AcP. Déc.*, 508.
Columbium (le) (Smith). *CN. 17-24 Nov.*, 242, 233. 1-8-15 *Déc.*, 252, 262, 276.
Céramique. Reflets métalliques sur les poteries (Franchet). *CR. 11 Déc.*, 1020.
Chrome. États limites des sels chromiques dissous (Colson). *CR. 11 Déc.*, 1024.
Cristaux. Constitution des corps cristallisés (Wallerant). *CR. 15 Nov.*, 768.
Cuivre. Distillation (Moissan). *CR. 27 Nov.*, 853.
Décomposition, par la chaleur et le vide, d'un mélange d'un carbonate alcalin et d'un carbonate alcalino-terreux (Lebeau). *ACP. Déc.*, 433.
Distillerie. Courbes du travail microbien en (de la Coux). *RCp. 25 Nov.*, 347.
 — Rectification continue. *Rt. 25 Nov.*, 289.
Dissolution. État de — (Dreaper). *CN. 17 Nov.*, 229.
Évaporation dans le vide de dissolutions renfermant des solides (Lewkowitsk). *Cs. 30 Nov.*, 1149.
Éclairage. Gazogène Lazareff pour huiles minérales. *Cs. 16 Déc.*, 113.
Éléments nouveaux indiqués par des spectres de phosphorescence (Crookes). *CN. 15 Déc.*, 273.
Égouts. Épuration biologique (Calmette). *CR. 20 Nov.*, 815.
Essences et parfums. Divers. *Cs. 30 Nov.*, 1185.
Explosifs. Recherches (Petavel et Noble). *RSL. 6 Déc.*, 402, 512.

- Fluorure de brome* (Lebeau). *CR.* 11 Déc., 1018.
- Fer.* Action du chlorure de silicium (Vigouroux). *CR.* 28 Nov., 828.
- Carbonyle (Dewar et Jones). *RsL.* 6 Déc., 538.
- Graisses.* Divers. *Cs.* 30 Nov., 1179.
- Huiles de pavot et de lin* (analyse). *Ms.* Déc., 891, 892.
- de coton. Essai à l'acide azotique (*id.*), 899.
- Lactose.* Industrie de la (Beltzer). *RCp.* 26 Nov., 344.
- Laboratoire.** Divers. *Cs.* 30 Nov., 1190.
- Dosages des acides gras saturés (Coste et Shalbourn). *Ms.* Déc. 899.
- du zinc (Nisenson et Kettemberl). *Eam.* 25 Nov., 970.
- Lithine.* Todomercurates de (Dubox). *CR.* 11 Déc. 1015.
- Minéralisation.* Agents minéralisateurs (Ditle). *Revue scientifique.* 9 Déc., 737.
- Monte-acides* Laurent. *Gc.* 25 Nov., 91.
- Optique.** Mésophotomètre Blondel. *EE.* 2 Déc., 329.
- Photomètre sphérique (Bloch). *EE.* 16 Déc., 436.
- Microscopes. Pouvoir grossissant, définition (Malassez). *CR.* 27 Nov., 14 Déc., 880, 1004.
- Anneaux de Newton par réflexion métallique (Maclaurin). *RSL.* 6 Déc., 315.
- Osmose.* Pression osmotique (Battelli et Stefani). *Revue scientifique.* 2-9 Déc., 705, 743.
- Or.* Distillation dans les alliages d'or et de cuivre, d'or et d'étain, préparation nouvelle de la pourpre de Cassius (Moissan). *CR.* 11 Déc., 977.
- Oxydases* chimiques agissant en présence de l'eau oxygénée (Baudran). *CR.* 27 Nov., 891.
- Oxygène* pur, fabrication par liquéfaction de l'air. *Gc.* 9 Déc., 96.
- Photographie.* Théorie de la (Shepard et Mees). *CN.* 17-24 Nov., 227, 239.
- Platine.* Dissolution par l'acide sulfurique (Delépine). *CR.* 11 Déc., 1013.
- Poids atomique** de l'azote (Guye et Davila). *CR.* 20 Nov., 826; 8 Déc., 261.
- du tellure (Gutbier). *CN.* 15 Déc., 274.
- Radio-activité.* Nouvel élément à émanations de thorium (Hahn). *C.V.* 1^{er} Déc., 231.
- Spartéine* (la) (Moureu). *ScP.* 5 Déc., 1237-1274.
- Silico-aluminures, les (Vigouroux). *CR.* 4 Déc., 931.
- Sucrerie.* Fabrication anglaise (Stein). *SA.* 8 Déc., 70.
- Salpêtre.* Nitrification intensive (Muntz et Lainé). *CR.* 27 Nov., 861.
- Sulfate d'ammoniaque.* Décomposition par l'acide sulfurique à chaud en présence du platine (Delépine). *CR.* 27 Nov., 886.
- Tannerie.* Divers. *Cs.* 30 Nov., 1181.
- Teinture.** Noir diphenile et violet moderne. Emploi pour les fonds imprimés sur tissus préparés au β naphтол (Richard). *MC.* 1^{er} Nov., 343.
- Couleurs nouvelles. *MC.* 1^{er} Déc., 353. (Reverdin). *MS.* Déc., 884.
- Application du chlore électrolytique au blanchiment des tissus (Duckworth). *Cs.* 30 Nov., 1137.
- Divers. *Cs.* 30 Nov., 1166, 1168.
- Terres rares.** Recherches (Wyrouboff et Verneuil). *AcP.* Déc., 441.
- Emploi des (Baskerville). *Eam.* 24 Nov., 964.
- Verrerie.* Notes sur la (Lecrenier). *Ru.* Nov. 61.
- Victorium* et phosphorescence ultra violette du gadolinium (Urbain). *CR.* 4 Déc., 954.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

- Allemagne.* Production des vins mousseux en 1904-05. *SL.* Nov., 564.
- Carrières commerciales* et programmes universitaires (Didier). *Rso.* 1^{er} Déc., 757.
- Coton.* Industrie en 1904. *Et.* 15 Nov., 407.
- Enseignement professionnel.** Établissements à Marseille et dans les Bouches-du-Rhône (Rampal et Guillard). *Rso.* 16 Déc., 870.
- technique des classes moyennes (Pyfferoon). *Rso.* 14 Déc., 837.
- Formation sociale* dans un secrétariat régional (Bendet). *Rso.* 1^{er} Déc., 794.
- France.** Coût exorbitant des industries de l'État. *Ef.* 18 Nov., 725.

- France.** Lois sur les retraites ouvrières. *Ef.* 23 Nov. 765; 2 Déc., 801.
- Rachat du chemin de fer de l'Ouest. *Ef.* 16 Déc., 881.
 - Émigration des Hautes-Alpes en France et à l'étranger.
 - Commerce extérieur. *SL.* Nov., 498.
 - Successions en 1904 (*id.*), 506.
 - Revenus de l'État (*id.*), 491.
 - Produits des droits sur les boissons (*id.*), 502.
 - Caisses d'épargne, caisses d'assurance en cas de décès en 1904 (*id.*), 512, 518.
- Laine.** Industrie en 1904. *Et.* 15 Nov., 409.
- Inde.** Reconstitution du Bengale (Hamilton). *SA.* 15 Déc., 103.
- Locations de coffres-forts.** Jurisprudence. *Ef.* 9 Déc., 847.
- Monnaies.** Rôle de l'or comme étalon dans les pays occidentaux et en Asie. *Ef.* 23 Nov., 773.
- Mutualité.** Rôle de la femme (Cheysson). *Musée social.* Novembre. — et tuberculose. *Ef.* 16 Déc., 887.
- Paris et Berlin.** États sanitaire et démographique comparés (Lowenthal). *Revue scientifique*, 25 Nov., 673; 2 Déc., 708.
- Pauvres.** Serviteurs et servantes des — au moyen âge (Lallemant). *Rso.* 16 Déc., 846.
- Pérou.** Développement du. *Ef.* 9 Déc., 845.
- Propriété industrielle.** Congrès de l'Exposition de Liège. *Bam.* Nov., 1103.
- Russie.** Population, races, religions. *Ef.* 18 Nov., 730.
- Organisations ouvrières en. *Rso.* 1^{er} Déc., 786.
- Secours publics.** Conception révolutionnaire des (Rivière). *Rso.* 16 Déc., 865.
- Syndicats en Allemagne.** *Ef.* 8 Déc., 570.
- des employés du commerce et de l'industrie : son rôle dans la formation des membres (Gounnet). *Rso.* 1^{er} Déc., 803.
 - et associations, législation française. *Ef.* 9 Déc., 844.
- Suisse.** Richesse et fortunes au canton de Berne. *Ef.* 16 Déc., 883.
- Travail.** Rapports des inspecteurs du. *Ef.* 2 Déc., 803.
- Tunisie.** Finances et commerce extérieur en 1904. *SL.* Nov., 548, 553.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

- Barrage de Grosbois,** Consolidation (Galliot). *APC.* 1905 (n° 38).
- en maçonnerie. Théorie des (Max. Am. Ende). *E.* 8 Déc., 751.
- Constructions américaines.** Grands « Buildings ». (Courtois) *IC.* Mars, 483.
- Chauffage et ventilation.** Hôtel des Postes de Milan. *Gc.* 23 Nov., 60.
- Ciment armé.** Calcul suivant les prescriptions administratives. *Le Ciment.* Nov., 161.
- Flexion des poutres en (Chaudy) *Ri.* 16 Déc., 500.
- Goudronnage des routes** en 1905 en Seine-et-Oise (Le Gavrian). *APC.* 1905, 232.
- Halles provisoires** en bois. *Gc.* 16 Déc., 111.
- Incendies.** Services du continent. Allemagne. *E.* 15 Déc., 794.
- Lever des plans.** Appareils nouveaux. *Ef.* 15 Déc., 590.
- Ponts de Williamsburg** (New-York). *E.* 17 Nov., 643, 8-15 Déc., 753, 787.
- Construction américaine. *Dp.* 25 Nov., 741.
 - de commerce à arcs conjugués de Liège (Seyrig). *Le Mars*, 538.
- Tunnels du Simplon** (Finissage du). *Ef.* 8 Déc., 564.
- de la rivière Harlem. New-York. Épuisement des eaux, *Ri.* 9 Déc., 981.

ÉLECTRICITÉ

- Accumulateurs.** Ajapa. *Re.* 30 Nov. 301.
- Divers. *EE.* 2 Déc., 358.
 - Recharge des petites batteries par courant alternatif. *Ie.* 10 Déc., 544.
- Condensateurs.** Emploi avec moteurs triphasés en fonctionnement continu (Dalmont). *EC.* 25 Nov., 2 Déc., 315, 351.
- Conductibilité** des solutions diluées d'acide sulfurique (Whetham). *RSL.* 6 Déc., 577.
- Distribution de Londres,** projet Manville. *E.* 24 Nov., 700, 15 Déc., 803.
- Régime futur à Paris, *Ie.* 10 Déc., 540. *Re.* 15 Déc., 321, 331.
- Dynamos.** Essais des (Dysdabe). *E.* 24 Nov., 679.

Dynamos. Alternateur Dick-Kerr de 3000 kw. *Re.* 15 Déc., 329.

- polyphasés Boucherot. *Te.* 20 Déc., 556.
- Moteurs monophasés à collecteur : dimensionnement des (Bethenod). *EE.* 2 Déc., 324.
- d'induction (Churton). *EE.* 9 Déc., 391.
- à courant continu Oerlikon. (*id.*), 393.
- Parker à pôles auxiliaires. *Re.* 15 Déc., 346.

Éclairage.

- *Incandescence.* Lampe au tantale. Essais. *EE.* 25 Nov., 218.

Éclateurs (les) (de Valbreuze). *Sie.* Nov., 644.

Électricité atmosphérique. Utilisation. *Elé.* 23 Nov., 343.

Électro-Chimie. Divers. *Cs.* 30 Nov., 1178.

- Électrolyse de l'eau (Richards). *Fi.* Nov., 377.
- Pureté des électrolytes, limite supérieure de degré d'électrolyse des dissolutions salines concentrées, sa fixation par des chaînes liquides symétriques présentant une surface fraîche de contact (Chanoz). *CR.* 27 Nov., 881.
- Electro-galvanisation en Angleterre. *Elé.* 16 Déc., 391.
- Problèmes d'électro-chimie. *E.* 15 Déc., 804.

Indicateur de charge d'un conducteur. Concours de l'Association des Industriels de France contre les accidents. *Ie.* 23 Nov., 518.

Ions et électrons, mécanisme du courant électrique (Langevin). *Sie.* Nov., 615. *EE.* 16 Déc., 401.

Isolement. Résistance des diélectriques (Appleyard). *EE.* 2 Déc., 343.

Magnétisme, théorie (Langevin). *EE.* 16 Déc., 419.

Mesures. Unités électriques et mécaniques. Dimensions des (Emde). *EE.* 2 Déc., 321.

- Boîte d'essais pour les conducteurs télégraphiques. *Elé.* 14-25 Nov., 325, 338. 2-9-15 Déc., 360, 381, 392.
- Électromètre à quadrant. Dolezalak. *Re.* 15 Déc., 350.

Parafoudres. Shaw. *Fi.* Nov., 373, leur efficacité (J. C. Smith). *Re.* 30 Nov., 304; et limiteurs de tensions. *Re.* 30 Nov., 296.

Permutatrices Rougé-Faget. *Ie.* 25 Nov., 509.

Télégraphie sans fil, transmetteurs Slaby. *EE.* 25 Nov., 316; 2-9-16 Déc., 354, 394, 433.

- Mesure des ondes (Fleming). *E.* 1-8-15 Déc., 735, 773, 807.

Téléphonie automatique. *Elé.* 18 Nov., 323.

Stations centrales. Niagara. *Elé.* 9 Déc., 369.

- Edison à Detroit. *Gc.* 9 Déc., 94.
- Usine Marazin, à Mézières. *Gc.* 16 Déc., 105.

Transformateurs triphasés, formes d'ondes dans les (Clinker). *EE.* 16 Déc., 429.

- Dispositif pour éviter les pertes (Schmidt). *EE.* 16 Déc., 431.

HYDRAULIQUE

Dérivation des sources du Loing et du Lunain. (Bechmann et Babinet). *APC.* 1903, N° 36.

Sources. Influence des pluies estivales sur le débit des sources des plaines (Houillier). *CR.* 4 Déc., 972.

Turbines. Réglage des (Budan). *ZOI.* 17 Nov., 621.

- théorie des turbines Francis (Kober). *ZOI.* 8 Déc., 669.

- du Niagara. *VDI.* 16 Déc., 2009.

MARINE, NAVIGATION

Appontement de Lome. *E'.* 24 Nov., 524.

Canal de Suez. Déblaiement du canal obstrué par un bateau chargé de dynamite. *Gc.* 18 Nov., 33.

Construction d'un grand navire. *E'.* 8 Déc., 558.

Congrès international de navigation à Milan (de Bovet). *IC.* Mars, 448.

Électricité. Applications à bord (Kergarouet). *EE.* 9 Déc., 377.

Machines marines du Royal naval College à Dartmouth. *E'.* 15 Déc., 584.

- turbines, détermination des (Speakmann). *E'.* 17 Nov., 500; 1^{er} Déc., 551. de la Carmania. *E.* 1^{er} Déc., 715.

- Condenseurs pour (Strebel). *VDI.* 2, 9, 16 Déc., 1930, 1981, 2009.

Marine de guerre. Dimensions des navires de guerre. *E.* 17 Nov., 661.

— Applications de l'électricité à bord des. *EE.* 16 Déc., 413.

Ports de l'Afrique du Sud. *E.* 8 Déc., 753.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Accidents. Musée du Conservatoire des Arts et Métiers (Herbault). *Revue scientifique.* 16 Déc., 777.

Aérostation. Cerfs-volants. Applications militaires. *Gm.* Nov., 405.

— Coefficient d'utilisation des hélicoptères (Taffoubeau). *CR.* 27 Nov., 878.

— Ballon dirigeable Lebaudy. Nouvelles expériences. *Gc.* 9 Déc., 89.

Chaudières à l'Exposition de Gorlitz. *VDI.* 18 Nov., 1846.

— Du Temple. *Rt.* 10 Nov., 807.

— Foyers pour combustibles inférieurs. *EM.* Déc., 346.

— Fumivorté. Commission anglaise. *E'.* 15 Déc., 587.

— Purification des eaux Declerc. *Ri.* 16 Déc., 496.

— Soupape de sûreté Manebv. *Gc.* 2 Déc., 78.

— Surchauffeurs Babcox, Cowan, Deprez et Verney, Hargreaves Ketzer, Roberts, Simpson, Williams, Wilkinson, Schmidt. *RM.* Nov., 485.

— Tuyauteries de vapeur à l'Exposition de Liège. *Re.* 30 Nov., 289.

Compteur de vapeur Sargent. *Gc.* 16 Déc., 107.

Cuir emboutis. P. H. *AMa.* 25 Nov., 648.

Écrou indesserrable. *E'.* 15 Déc., 601.

Frein dynamo mécanique Kerbs. *CR.* 15 Nov., 757.

Froid. Liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur (Claude). *CR.* 15 Nov., 762. Application à la séparation de l'oxygène pur. (*Id.*) 20 Nov., 823; *Gc.* 9 Déc., 96.

— Machine frigorifique de 1000 chev. des Pennsylvania Iron Works. *VDI.* 2 Déc., 1943.

Gaz. Diagramme du travail des (Foster). *E'.* 1^{er} Déc., 532.

— Gazogènes à combustion renversée (Lencauchez). *IC.* Mars, 465.

Levage. Vérin hydraulique De Fries. *Ri.* 2 Déc., 475.

— Titan pour construction des jetées. *Ri.* 16 Déc., 495.

Machine à calculer. Antarit. *AMa.* 16 Déc., 742.

Machines-outils. A l'Exposition de Liège. *VDI.* 18 Nov., 1865; 16 Déc., 2026.

— Ateliers. Bureau de dessin (organisation) (Horsnall). *E'.* 1-8 Déc., 550, 558.

— — de locomotives en Italie. *E'.* 15 Déc., 586.

— — Ingersoll. *AMa.* 16 Déc., 725.

— Meules à rectifier Brown et Sharpe. *RM.* Nov., 474. Landis (*Id.*), 519.

— — Affûteuses Sterne, Sellers. Heald, Holroydt, Schmaltz, Herbert, Miller, Porter. *RM.* Nov., 498.

— — Aléseuse Faneuil. (*Id.*), 515.

— — à plateau Sonnenthal et Bamford. (*Id.*), 511.

— — Universelle Cincinnati. (*Id.*), 513.

— — Outils rapides. *EM.* Déc., 388 (Gledhill); *E.* 15 Déc., 797.

— Perceuses et aléseuses. *E'.* 24 Nov. Supplément. 1^{er} Déc., 537. Sextuple Garvin. *AMa.* 2 Déc., 664.

— Raineuse. Outil Remington. *E.* 15 Déc., 885.

— Tour à copeaux de zinc Pollock. *E.* 17 Nov., 669.

— — vertical Crooker Wheeler. *AMa.* 18 Nov., 580. Bullard rapide. *AMa.* 26 Déc., 732.

— — revolver Prentice. *AMa.* 16 Déc., 749. Potter et Johnstone. *Ri.* 16 Déc., 493.

— — harnais divers. *E'.* 8 Déc., 557.

— — Taraudeuse Climax. *AMa.* 26 Déc., 751.

— — à bois. Les Raboteuses (Razous). *RM.* Nov., 421.

Moteurs à vapeur à l'Exposition de Gorlitz. *VDI.* 18 Nov., 1845.

— verticale de 4000 chevaux des Union Iron Works. *Ri.* 2 Déc., 473.

— Compound tandem du Phœnix de Gand. *Ri.* 25 Nov., 463.

— — de la station d'électricité de Berlin. *VDI.* 9 Déc., 1969.

— Premières machines anglaises : historique (Matschofs). *VDI.* 9 Déc. 1971.

Moteurs à vapeur. Distribution. Calcul par la règle Wurth. Micha (Morin). *Bam.* Nov., 1072.

— Détente adiabatique (la). *E'*. 15 Déc., 583.

— Pompe à air et de circulation Carruthers. *E.* 17 Nov., 676.

— Surchauffe (la) (Sinigaglia). *RM.* Nov., 440.

— Turbines simples (Richards). *AMA.* 25 Nov., 629; 2 Déc., 660.

— — Nadrowski. *VDI.* 25 Nov., 1896.

— Volants. Calcul de leur résistance par abaques (Dague). *Bam.* Nov., 1090.

— à gaz (Équilibre des). *E'*. 17 Nov., 481.

— Calcul des volants. *Va.* 24 Nov., 715.

— — Davey Paxman 34 chevaux. *E.* 24 Nov., 691.

— — Turbines (les). *Gc.* 2 Déc., 72.

— — Gazogènes Davey Paxmann. *E.* 24 Nov., 691. Divers. *VDI.* 25 Nov., 1901. Roberts et Amsley, Hills et Lane, Dunlop et Kynoch, Guldner, Barrière, Watt, Hovine et Breuillé, Fichet et Heurtey, Delasue, Deutz. *RM.* Nov., 465.

Moulins à vent Soerensen. *La Nature.* 2 Déc., 12.

— Travail des (Ringelmann). *Ap.* 30 Nov.,

— Inclinaison des ailes (French). *E.* 15 Déc., 811.

Pompe à vide rotative Siemens et Halske. *Dp.* 2 Déc., 763.

Textiles. Peigneuse Noble. *It.* 15 Nov., 420.

— Cardage du coton. (*Id.*), 424.

— Renvideur Dobson et Barlow (*Id.*) 423.

— Chargeuses automatiques (*Id.*), 431.

MÉTALLURGIE

Alliages. Théorie des (Hausler). *Ie.* 10 Déc., 533.

Briquettes. Procédé Zwoyer. *Eam.* 2 Déc., 1022.

Cuivre. Mattes (Constitution des) (Gibb et Perry). *AIM.* Nov., 1193.

— Traitement des pyrites. *Eam.* 2 Déc., 1027.

Fer et acier. Fabrication du fer (Roe). *Eam.* 12 Nov., 879.

— Aciers au nickel. Influence du nickel et du carbone sur le fer (Waterhouse). *E.* 17 Nov., 671.

Fer et acier. Alliages fer, nickel, carbone, manganèse. Rapport du comité des Mechanical Engineers. *E.* 22 Nov., 708; 1^{er}, 8 Déc., 745, 779.

— Ségrégation dans les lingots (Talbot). *Rdm.* Déc., 678.

— Soufflures. Procédé Harmet. *Gc.* 9 Déc., 101.

— Azotures de fer et de chrome. *RdM.* Déc., 683.

— Acier surchauffé (Richards et Stead). *Rdm.* Déc., 689.

— Équilibre des alliages fer-carbone (Charpy). *CR.* 4 Déc., 948.

Fonderie. Machines à mouler modernes. *SuE.* 1^{er} Déc., 1362. Bonvillain. *Ri.* 25 Nov., 461. Habersang. *AMA.* 25 Nov., 1034 (E).

— Outillage des. (*Id.*), 624.

— Mélanges de sables à mouler. Calcul graphique (Vinsonneau). *Bam.* Nov., 1097.

Hauts fourneaux. Analyse gazométrique appliquée au calcul d'un haut fourneau pour fonte de moulage (Waldeck). *Ms.* Déc., 900.

— Machine soufflante Nordberg. *AMA.* 9 Déc., 708.

Laitiers, propriétés physiques et chimiques (Turner). *Cs.* 30 Nov., 1142.

Laminier pour tôles ondulées Johnson. *E'*. 15 Déc., 600.

Métallurgie à l'Exposition de Liège (Guillet). *Gc.* 18, 25 Nov., 39, 57.

— (Gouvy). *IC.* Mars, 512.

Plomb. Désulfuration des galènes, procédé Huntington-Heberlein. *MM.* Nov., 291, 427.

Zinc. Four Hegeler. *Cs.* 30 Nov., 1175.

MINES

Agents minéralisateurs (Ditte). *Revue scientifique.* 9 et 16 Déc., 1905, 776.

Air comprimé. Applications minières. *MM.* Nov., 357.

Amas. Gros amas en Australie. Méthode d'exploitation. *Eam.* 25 Nov., 962.

Amiante au Canada. *Eam.* 18 Nov., 924.

Australie. Condition des ouvriers dans les mines d') (Glaser). *AM.* Sept., 233.

- Eaux potables.* Importance dans les prospections. *EaM.* 9 Déc., 1057.
- États-Unis.* District de Death Valley. *Eam.* 18 Nov., 914; *IAM.* Nov., 1279.
- De Timeskaming (Ontario). (*Id.*) 2 Déc., 1018.
- Dépôts granitiques de Washington Camp (Arizona). Crosby. *AIM.* Nov., 217.
- Gisements de l'Utah. Plomb et cuivre (Boutwell). *AIM.* Nov., 1153.
- Épuisement* par treuil à Lakawanna. *AMa.* 16 Déc., 723.
- Extraction.** Parachute avec frein à vis Heurard. *Gc.* 18 Nov., 42.
- Filons* de l'Alaska (Fentes des) (Spencer). *AIM.* Nov., 1211.
- Fer.* Mines de Dunderland. *Eam.* 11 Nov., 869.
- Étain.* Gisements du Laos français (Gascuel). *AM.* Sept., 321.
- Gisement de Lookout Mountain, Alabama. *AIM.* Nov., 1245.
- Fonçage* pour mine de sel. *Eam.* 25 Nov., 972.
- Houille** (Industrie de la) dans la Ruhr. *Ef.* 18 Nov., 728.
- Houille.** Dépôts carbonifères de Vico, Corse (Deprat). *CR.* 27 Nov., 922.
- Laveries d'anthracite (Harris). *AIM.* Nov., 1263.
- Accidents en 1904. *Eam.*, 2 Déc., 1014.
- Mines de Loup Creek. *Eam.* 9 Déc., 1058.
- Japon.* Loi sur les mines du 7 mars 1903. *AM.* Sept., 332.
- Métamorphisme* des roches éruptives de profondeur (Michel-Lévy). *Revue scientifique.* 16 Déc., 769.
- Mica* (le). *Fi.* Nov., 373.
- Mines* dans les pays tropicaux. *Eam.* 11 Nov., 871.
- Or.** Mines du Witwatersrand. *Eam.* 11 Nov., 873.
- Prix du minage (Sheldon). *IAM.* Nov., 1299.
- de Treadwell, Alaska (*Id.*), 888.
- Préparation mécanique.* Commande électrique des bocards. *MM.* Nov., 412.
- Queensland* (Minerai du). *Eam.* 2 Déc., 1021.
- Sondage* à l'eau (Mc Farlane). *Eam.* 18 Nov., 92.
- Zinc* aux Montagnes Rocheuses. *Eam.* 9 Déc., 1064.
- Russie.* Pli des schistes cristallins de Krivoi Rog. *Ru.* Oct., 72.

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1903

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

MM.

ANDRÉ (G.), Ingénieur aux Clouteries mécaniques de Bissen, 33, rue de l'Arbaleète, à Paris.
ARNODIN (F.), Ingénieur constructeur de ponts suspendus et transbordeurs à Châteauneuf sur-Loire.
BONNEVILLE. Fabricant de couleurs et vernis, 27, rue de Landy, à Saint-Denis.
BONVILLAIN (Ph.), Ingénieur, 9 et 11, rue des Envierges, à Paris.
COLMET-DAAGE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 44, boulevard Raspail, à Paris.
DABAT, Directeur au Ministère de l'Agriculture, 48, boulevard Latour-Maubourg à Paris.
DUCHESNE (Georges), 39, quai Marcellis, à Liège (Belgique).
FLOQUET (Fernand), tanneur, 110, rue de Paris, à Saint-Denis.
FREIRE (V. da Silva), Ingénieur civil, Caixa 18, à São Paulo (Brésil).
GIRARD (A. Ch.), professeur à l'Institut national agronomique, 60, rue Madame, à Paris.
GRENIER (René), Ingénieur civil des mines à Pocancy, par Vertus.
HARDELAY, 40, rue d'Anjou, à Paris.
HÉROULT, Ingénieur Directeur de la Société Électro-métallurgique de La Praz.
HERSENT (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures, 60, rue de Londres, à Paris.
HEYN, Directeur de la Société de Constructions du Nord de la France, à Blanc-Misseron.

MM.

JANVIER (Charles), Chef d'escadron d'artillerie en retraite, 137, avenue Malakoff à Paris.
KESTNER, Ingénieur, 5, rue de Toul, à Lille.
LECŒUVRE (F.), Ingénieur civil, Directeur des Usines de la C^{ie} royale asturienne à Auby.
LEGRAND (Adrien), Manufacturier, 25, rue de Madrid, à Paris.
LEJEUNE (Marcel), mécanicien, 93, rue d'Angoulême, à Paris.
LEINERUGEL LE COCQ (G.), Ingénieur de la Marine, Ingénieur constructeur, « Les Tilleuls, » (à Châteauneuf sur-Loire).
LUC (MM. les fils de Jean), tanneurs à Nancy.
LUMIÈRE (Auguste), Industriel, 25, rue Saint-Victor, à Lyon-Monplaisir.
LUMIÈRE (Louis), Industriel, 25, rue Saint-Victor, à Lyon-Monplaisir.
OUDART (Henri), Ingénieur aux usines Saint-Jacques à Montluçon.
POULLAIN, Président du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France, 76, boulevard Malesherbes, à Paris.
PRÉVOT, tanneur, 16, rue de Belzunce, à Paris.
PRUDHOMME, chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée, à Paris.
SOREL (Paul), 119, rue Notre-Dame-des-Champs, à Paris.
TEISSET (J.), Constructeur mécanicien, 17, rue Guillou, à Paris.
WERY (G.), professeur à l'Institut national agronomique, 16, rue Claude-Bernard, à Paris.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA CENT QUATRIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(1905)

(La lettre (P), à la suite d'un article, indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A

- ABNEY. Sensations colorées, 1508.
- ALFASSA. Notes économiques, 494, 590, 763, 938. Organisation du travail aux États-Unis, 730. Enseignement professionnel et apprentissage, 1324. Réglementation du travail et retraites des employés de chemins de fer, 1478.
- AMELIN. Médecine vétérinaire (P), 405.
- APPERT. Notice nécrologique de M. de Luynes, 55.
- ARNODIN. Grande médaille Jean Goujon, 45. Pont de Rancorn, 674. Riveuse, 811.
- ARNOUX. Canne pyrométrique (P), 1537.
- ARON. Peinture (P), 181.
- AUER. Lampe à osmium, 529.
- BERNES. Échafaudages rapides (P), 408.
- BERTHIER. « Piles à gaz et accumulateurs », 1165.
- BERTIN. Nommé membre du Conseil, 1532.
- BIRKELAND et EYDE. Fabrication électrique de l'azote, 1497.
- BLAIRAULT. Attelage de wagons (P), 533.
- BLOCK. Melioscope (P), 664.
- BLOR. Turbo-moteur (P), 529.
- BLOXAM. Indigo, 1087.
- BOIRAULT. Attelage automatique (P), 181.
- BONNEVILLE. Mastic au zinc. Rapport de M. Livache, 568.
- BONVILLAIN. Machine à mouler. Rapport de M. Bourdon, 546.
- BORDET. Exercice 1904, 1399.
- BORSH. Verres de lunettes, 674.
- BOULANGER. Travaux sur la micrographie et l'essai des cuirs. Rapports de M. Livache, 51, 851.
- BOURDON. Machine à mouler Bonvillain, 546.
- BOUVET. Horloge perpétuelle (P), 827.
- BOUVETTE. Paragrêle (P), 664.
- BRANDT. Perforatrice, 380.
- BRIOT. Économie alpestre. Rapport de M. Hitier, 425.
- BRISON. Roue élastique (P), 279.

B

- BABCOX. Surchauffeur, 654.
- BACLÉ. Rapport sur la grande médaille Lavoisier, 34.
- BAPST. Cartonnage, 529.
- BARILLÉ. Désinfection par l'acide sulfureux, 147.
- BEAUVÉRIE « Le bois », 836.

- BRONN. Fusion électrique du verre, 914.
 Ammoniaque liquéfiée comme dissolvant, 1162.
 BROTON. Locomotive, 1301.
 BRUANT. Appareil de sauvetage (P), 670.
 BRULL. Notice nécrologique de M. Simon, 1400. Moteur d'automobile (P), 181.
 BUTNER. Surchauffeur, 647.

C

- CACHEUX. Habitations ouvrières (P), 405.
 CAREY. Charbon pulvérisé comme combustible, 798.
 CARLIER. « Les auxiliaires des chaudières ». Rapport de M. Masson, 565.
 CATHELIN. Filtre pour huile (P), 1367.
 CHALIGNE. Guide-tige (P), 181.
 CHALOUX. Appareil de sécurité (P), 181.
 CHAMPAGNE. Anticryptogamique (P), 1365.
 CLAFFIN. Tannage du cuir à semelles, 603.
 CLAUDEL. Carburateur. Rapport de M. Diligeon, 305.
 CLAUDE. Préparation de l'oxygène et de l'azote par l'air liquéfié, 1494.
 CLAVERY. Hong-Kong, 677.
 COCKERILL. Machines de laminoir, 961. Surchauffeur, 1135.
 CODRON. Travail des machines-outils, 226, 1048.
 COLE et CATLEY. Surchauffeur, 1133.
 COTTON et MOUTON. Microscope, 407.
 COUX (DE LA). Ozone et ses applications, 289.
 CROOKES. Colorations des verres anciens, 374.
 CRUSE. Surchauffeur. 649, 658.
 CUBILLO et HEAD. Fabrication des gargousses, 1145.

D

- DARFEUILLE. Dynamo (P), 181.
 DAVEY PAXMANN. Moteur à gaz de 34 chevaux, 1524.

- DAVY. Machine de laminoir, 964.
 DEFORGES. Industrie mécanique en Amérique, 408.
 DELAGNEUX. Poulie extensible, 160.
 DELONE. Jouet (P), 1367.
 DEVISME. Engrenages silencieux (P), 1528.
 DEWAR. Fer carbonyle, 1490.
 DIESEL. Moteur à pétrole, 815.
 DILIGEON. Carburateur Claudel, 305.
 DONARD et BOULET. Appareil dessiccateur. Rapport de M. Livache, 854.
 DORANCE. Fumivore (P), 1362.
 DUBOIS. Explosion de la gare Saint-Lazare, 869.
 DUCLAUX. Colloïdes, 367.
 DULAC DE BURGHIAUS. Renfloueur (P), 1533.
 DUNSTAN. Études sur la rouille, 1309.
 DUPAYS. Distributeurs d'engrais, 469.

E

- EFFRONT. Fermentation à la colophane, 791.
 ESCARD. « Les fours électriques », 837.
 EXNER. Acoustique des salles. 532, 571.

F

- FLAMANT. Puits artésiens. Variations quotidiennes du niveau, 485. Rapport sur l'ondulium, 1198.
 FOREST. Or cassant, 148.
 FORESTIER. Voiture automobile (P), 404.
 FOSTER. Surchauffeur, 650.
 FRANCHE. Manuel de l'ouvrier mécanicien, 188. Éléments de la construction moderne, 837.
 FRANÇOIS. Machines à vapeur, 1303.
 FRÉMONT. Explosion d'une locomotive à la gare Saint-Lazare, 353.

G

- GAGNE. Pompe (P). 401.
 GAILLARD. Robinet (P), 1533.
 GAILLET. Châssis pour toiles, 1406.

GALLOWAY. Surchauffeur, 653.
 GARÇON (J.). Notes de chimie, 144, 255, 367, 488, 603, 789, 950, 1087, 1309, 1490.
 GAROS. Porcelaine à l'amiant (P), 283.
 GEGAUF. Expériences sur les roulements de billes, 1697.
 GELIS. Législation des brevets (P), 284.
 GELSTRAP. Pâte d'étain, 152.
 GETTING et JONAS. Courroie Titan (P), 1365.
 GINISON. Ateliers américains, 285.
 GOW. Explosions dans les compresseurs, 394.
 GRANDEAU. Épuration des eaux d'égout en Angleterre, 64. Emploi du nitrate de soude comme engrais, 156.
 GUILBERME. Frein d'urgence pour chemins de fer (P), 1533.
 GUILLAUME. Applications scientifiques de l'acier au nickel (P), 408.
 GUILLET. Métallurgie à l'Exposition de Liège, 986.
 GUILLET. Travaux métallurgiques. Rapport de M. Le Chatelier, 49.
 GUILLERY. Méthode d'essais au choc. Rapport de M. Sauvage, 62.

H

HABERMANN. Essais d'une machine frigorifique, 970.
 HADFIELD. Adresse présidentielle, 835.
 HAMMOND. Machine à écrire, 1416.
 HANCOCK. Essais de résistance, 1136.
 HANGER et PERCHEUX. Grisoumètre, 611.
 HARIVEL. Caoutchouc artificiel (P), 1366.
 HATON DE LA GOUPILLIÈRE. « Exploitation des mines », 1162.
 HENNING. Outils à pointes de diamant, 267.
 HENRY (Ch.). Chromatines (P), 675.
 HERING. Surchauffeur, 655.
 HEROULT. Grande médaille Lavoisier, 34.
 HITIER. Agriculture en 1904, 429. « Économie alpestre », de M. Briot, 425. « Le retour à la terre », de M. Méline, 1095.

Tome 107. — Décembre 1905.

I

ICHES. L'Abeille domestique, 678.
 IMBS. Filature de la laine cardée de MM. Priault et Thomas, 849.

J

JARRIANT. Fils télégraphiques (P), 1528.
 JEAN (J.). Épuration des eaux (P.), 1528.
 JEAN D'UDINE. Orchestration des couleurs, 409.
 JONES. Grille mécanique, 158.
 JUNOD. Montre, 286.
 JURTHE et MIETRSKE. « Le Fraisage », 677.

K

KESTNER. Lavage des gaz (P), 1528.
 KILMER. Coton hydrophile, 144.
 KINCAID. Chargeur de foyer, 957.
 KÖCHLIN. « Ponts pour routes », 1163.
 KRUGER. Colles. Gommages, 779.
 KUTZBACH. Théorie des gazogènes, 519.

L

LAFOSSE. Exercice 1904, 1381.
 LAPOINTE. Fabrication mécanique des montures de parapluies, 283.
 LEBLANC. Machine frigorifique, 669, 1142.
 LE CHATELIER (H.). Discours présidentiel, 12. Rapport sur les travaux métallurgiques de M. Guillet, 49. Métallurgie en 1904, 212, à l'Exposition de Liège, 982. Communications du 24 février, 398; du 24 mars, 528.
 LEFÈVRE. Brûleur à pétrole (P.), 529.
 LEGRAND. « Juges et Consuls », 989.
 LEMIERE. Combustibles fossiles, 1494.
 LEVAT. « Industrie aurifère », 1164.
 LE VERRIER. Métallurgie, 835.
 LIBERT. Machine à faire les brosses (P.), 529.
 LINDET. Action de l'arsenic sur la rouille, 954.

LIVACHE. Mastic au zinc Bonneville, 568.
Essais des cuirs de M. Boulanger, 851.
Appareils dessiccateurs Donard et Boutet, 854. Grille-cadre Tourneux, 1409.
Ouvrage de M. Prévot sur « l'enseignement des industries du cuir en Angleterre », 1413.
LODGE. Allumeur pour moteurs, 403.
Dissipation des fumées, 404.
LOVEKIN. Mandrineurs, 519.
LUC DENIS. Réglage du choc (P), 1528.
LUMIÈRE (les frères). Grand prix du marquis d'Argenteuil, rapport de M. Pector, 28.
LUYNES (DE). Notice nécrologique, par M. Appert, 55.

M

MAGENIS. Porte-plumes à réservoir, 1359.
MAHOUT. Moteur à gaz (P.), 401.
MANNESSMANN. Tubes ondulés, 1288.
MAQUENNE et ROUX. Amidon, 797.
MARCHIS. Leçons sur le froid industriel, 990.
MARCOUT. Carrière (P.), 401.
MARIVALT (DE). Intérêts matériels de la France, 676.
MARRIOTT. Indicateur de déviation des sondages, 1126.
MARTENS. Résistance des matériaux, 291.
MASSON. « Auxiliaires des chaudières ». Ouvrage de M. Carlier, 563.
MATTHEWS. Dégraissage des laines, 950.
MAZONI. L'Énergie hydraulique, 410.
MAZOTTO. Télégraphie sans fils, 677.
MELAND. Chaudière (P.), 663.
MÉLINE. « Le retour à la terre », rapport de M. Hitier, 1005.
MICHOTTE. « Étude de l'incendie », 1163.
MINCHIN. Lumière réfléchie par les papiers peints, 801.
MOLLIER. Diagramme thermodynamique, 165.
MOREAU. Rubéroïd, 693.
MORICE. Paraffine (P), 1363.
MORIN. Surchauffeur, 652.

MORISON. Action de l'huile sur les foyers, 806.
MUDD. Surchauffeur, 650, 656.
MUNTZ et LAINÉ. Nitrification intensive, 1498.
MUVE. Écouvillonneuse (P), 671.

N

NÈGRE. Tout à l'égout, 405.
NEIL. Récupération de l'étain, 403.
NEILSON. Surchauffe et ses applications, 645.

O

OCAGNE (D'). Calcul simplifié, 290.
OSMOND et CARTAUX. Micrométallurgie, 286.

P

PARAF. « Sécurité du travail », 1163.
PARKER et PROCTOR. Extraction du tannin, 801.
PARSONS. Machine frigorifique, 1142.
PA SQUIER (DU). Convoyeur hélicoïdal (P), 279.
PAVIN DE LAFARGE. Don de 500 fr., 1161.
PECTOR. Rapport sur le grand prix du marquis d'Argenteuil, 28.
PERIN. Four à plâtre, 185.
PERRIER. Fabrication du cidre, 286.
PETIN. Moteur thermique (P), 1533.
PIELOCK. Surchauffeur, 1134.
PIGEON. Stéréoscope (P), 1367.
PILLET. Châssis de M. Gaillet, 1406.
POULSEN. Télégraphone, 281.
POZZI-ESCOT. Vieillessement des vins, 1095.
PRECIS. Guide du couvreur, 410. Du plombier, 1369.
PREVOT. Enseignement des industries du cuir en Angleterre, 1413.
PRIAULT et THOMAS. « Filature de la laine cardée ». Rapport de M. Imbs, 849.
PRUDHOMME. Le Cocotier, 858.

R

- RÉMOND. Tout à l'égout (P.), 181.
 RENARD. Chaudière, 178. L'œuvre du colonel Renard, 1202.
 RENAUD. Espagnolette, 529.
 RÉNAL. Rapport sur la grande médaille Jean Goujon, 45.
 RICHARD (G.). Littérature des périodiques, 193, 295, 415, 505, 683, 841, 993, 1170, 1373, 1544. Notes de mécanique, 158, 269, 377, 504, 620, 806, 957, 1097, 1340, 1509. Revue de quinzaine, 182, 279, 285, 401, 405, 664, 671, 820, 827, 1170, 1528, 1533. La mécanique en 1904, 310.
 RICHARDSON. Machine de laminoir, 1123.
 RICHE. Art de l'essayeur, 1369.
 RINGELMANN. Matériel agricole au début du xx^e siècle, 1010, 1230, 1427. Travail des moulins à vent, 1159.
 ROBERT. Locomotive, 664.
 ROBIN. Aviateur (P.), 181. Ferments métallurgiques, 370.
 ROBIN. Mires de nivellement. Rapport de M. Toulon, 205.
 RODIER. Annuaire technique, 1541.
 ROULLOT. Poulie extensible (P), 1363.
 ROZÉ. Transmissions par liens flexibles, 480. Enrouleur Leneveu (P), 1537.

S

- SAINT-GILLES (DE). Serrure électrique (P.).
 SAUVAGE. Rapport sur l'appareil d'essais choc de M. Guillery, 62. Voyages aux États-Unis (P), 1532.
 SCHELLENS. Absorption des solutions métalliques par les textiles, 1505.
 SCHLICK. Appareil pour étudier les vibrations des navires, 377.
 SCHLÖESING fils. Nitrates et nitrites, 1497.
 SCHMIDT. Machine à essayer les matériaux, 396.
 SCHMIDT. Surchauffeur, 660, 1129.
 SCHRIBAUX. Subvention de 2 000 fr., 278.

- SCHWARTZKOFF. Foyer à charbon pulvérisé, 807.
 SEBERT (G^{al}). Unification des filetages, 124, 696, 1035.
 SHEPPARD. Réversibilité photographique, 1315.
 SHERARD. Galvanisation, 153.
 SIMON. Notice nécrologique, 1400.
 STEIN. Moteurs à gaz pour bateaux, 1509.
 STROWGER. Bureau téléphonique automatique, 186.

T

- TAXEL. Pétrin mécanique (P.), 284.
 TELLIER. Stérilisateur (P), 1366.
 TESTUD DE BEAUREGARD. (Secours), 405.
 TINKERS. Surchauffeur, 653.
 TOULON. Mires de nivellement de M. Robin, 205. Machine à écrire Hammond, 1416.
 TOURNEUX. Grille-cadre, 1409.
 TRUMPF. Mélangeur, 1138.

V

- VALETTE. Frein pour voiture (P.), 671.
 VALOT. Topographie des montagnes, 292.
 VASSART (Abbé). Institut technique roubaisien (P.), 670.
 VERSINI. Automobile (P.), 405.
 VINSONNEAU. Surchauffeur (P.), 663 et HÉDELIN. Goudronnage des routes (P), 1365. Sables à mouler (P), 1528.

W

- WALCKENAER. Explosions de chaudières, 667.
 WALKINSON. Surchauffeur, 646, 657.
 WALTHER. Surchauffeur, 655.
 WERNER. Guidages curvilignes, 620.
 WOODWORTH. Découpage et poinçonnage, 198.
 WÖRRER et LIPMAN. Fixation de l'azote atmosphérique, 795.

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT QUATRIÈME ANNÉE DU BULLETIN

A

Accidents du travail. Loi de 1898, 762.
Musée de prévention, 938.

Acoustique des salles (EXNER), 132, 571.

Adrenaline (I'), 1093.

Aérostation. Emploi de l'hydrogène au gonflement des ballons russes de l'armée de Mandchourie, 1499.

AGRICULTURE. Matériel agricole au début du XX^e siècle (RINGELMANN), 100. Note historique sur l'enseignement agricole en France, 1013. Causes du développement des machines en agriculture, 1019. Invention des machines agricoles, 1230. Construction, 1239. Inventaire du matériel agricole, 1427.

— *Emploi du nitrate de soude*, 156, 264; de l'azote atmosphérique, 150, 264.

— **en 1904** (HITIER), 429. Maladies de la vigne, 430. *Solanum commersonii*, 431. Industrie laitière, 433. Mouvement corporatif et mutualiste en Agriculture, 435. République Argentine, son développement agricole, 445.

— *Économie alpestre*. Études de M. BÉNOT. Rapport de M. HITIER, 425.

— **Distributeurs d'engrais en lignes** (DUPAYS), 469.

Air comprimé en 1904.

— Compresseurs. Allumages et explosions dans leurs tuyaux (CROW), 394.

Aluminium. Soudure de l', 981.

Alcools dénaturés, consommation en France, 1501. Vieillessement des liquides alcooliques, 1502.

Amidon. Composition, 797.

Analyse organique, emploi du bioxyde de sodium, 261; — électrolytique, 980.

Apprentissage (I') et l'enseignement professionnel (ALFASSA), 1324.

Argiles. Plasticité des, 1090.

Ateliers américains (GIMSON), 285; (DES-FORGES), 408.

Aviation. Œuvre du colonel RENARD, 1202.

Azote de l'atmosphère. Utilisation directe. 150, 264, 1321, 1497.

— Fixation, 795.

B

Barrage en ciment, 1532.

Beryllium ou Glucynium, 376.

Bibliothèque (Ouvrages reçus à la), 191, 293, 413, 534, 680, 838, 1166, 1371, 1542.

Bibliographies (J. GARÇON).

— *Ozone et ses applications* (DE LA COUX), 289.

- *Déchets industriels et utilisation* (RAZOUS), 289.
- *Calcul simplifié* (D'OCAGNE), 290.
- *Essais des matériaux* (MARTENS), 291.
- *Topographie alpine : exécution des triangulations en montagne* (VALLOT), 292.
- *Industries insalubres*, 409.
- *Orchestration des couleurs* (JEAN D'UDINE), 409.
- *Énergie électrique et récepteurs hydrauliques*, 410.
- *Guide du couvreur* (PRÉCIS), 410.
- *Courants alternatifs. Technique des* (SARTORI), 420.
- *Cours de mécanique appliqué aux machines* (BOULVIN), 411.
- *Leçons sur l'Électricité* (E. GÉRARD), 411.
- *Auxiliaires économiques des chaudières et machines à vapeur* (CARLIER). Rapport de M. MASSON, 565.
- *Il vermicelle de la Seta...*, 676.
- *Intérêts matériels de la France* (DE MARI-VAULT), 676.
- *Télégraphie sans fil* (MAROTTO), 677.
- *Le Fraisage* (JENTHE et MIETZSCHKE), 677.
- *Hong-Kong* (E. CLAVERY), 677.
- *Abeille domestique* (ICHES), 678.
- *Manuel de l'ouvrier mécanicien* (FRANCHE), 188.
- *Découpage, poinçonnage et matricage* (WOODWORTH), 188.
- *Annuaire du Bureau des longitudes*, 189.
- *Department of Labor. Bulletin*, 189.
- *Mois scientifique et industriel. Bibliothèque du*, 679.
- *Le bois* (J. BEAUVÉRIE), 836.
- *Jahrbuch des Eisenhüttenwesens*, 678.
- *Industrie minière en Westphalie, pendant la 2^e moitié du XIX^e siècle*, 832.
- *Presidential Address. Action des très basses températures sur les métaux* (HADFIELD), 835.
- *Procédés métallurgiques. Étude des métaux* (LE VERRIER), 835.
- *Dictionnaire technologique de la Société des ingénieurs allemands*, 836.
- *Fours électriques et leurs applications* (ESCARD), 837.
- *Éléments de construction moderne* (FRANKE), 837.
- *Le Retour à la terre* (MÉLINE). Rapport de M. HITIER, 1005.
- *Plombier zingueur. Guide du* (PRÉCIS), 1369.
- *Filature de laine cardée* (PREAULT et THOMAS). Rapport de M. IMBS, 849.
- *Juges et consuls* (V. LEGRAND), 989.
- *Chimie des terres rares*, 990.
- *Froid industriel* (MARCHIS), 990.
- *Essayeur. Art de l'* (RICHE), 1369.
- *Exploitation des mines* (HATON DE LA GOUPILLIÈRE), 1162.
- *Ammoniaque liquéfiée comme dissolvant*, (BRONN), 1162.
- *Ponts sur routes. Recueil de types*, 1163.
- *Hygiène et sécurité du travail industriel* (PARAF), 1163.
- *Incendie. Étude théorique et pratique* (MICHOTTE), 1163.
- *Monnaies. Administration des Rapports*, 1369.
- *Or. Industrie aurifère* (LEVAT), 1164.
- *Piles à gaz et accumulateurs légers* (DESFORGES), 1165.
- *Industries électriques. Annuaire du syndicat*, 1165.
- *Smithsonian Institution. Miscellaneous collections*, 1368.
- *Sidérurgie. Statistique 1870-1904*, 1368.
- *Annales de l'Observatoire du Mont-Blanc* (VALLOT), 1338.
- *Grèves des ouvriers mineurs et métallurgistes de Meurthe-et-Moselle*, 1539.
- *Das Ingenieurs Taschenbuch (Hütte)* (1895), 1539.
- *Annuaire technique* RODIER, 1541.
- Billes.** Roulements sur, 1697. Essais de, GREGAUF, 1697. Roulements D. W. F., 1120, 1122. Société d'Ivry, 1120. HOFMANN, 1122. HESS, NORWOOD, POOLE, 1123.
- Bronzes.** Étude des influences de l'oxygène, 373 ; trempe des, 981.
- Brouillards.** Abat-brouillards. LODGE, 404.

C

- Canaux*. Ascenseurs du concours de Perau, 184, 280.
Caoutchouc. Nettoyage, 493.
Céramique. Travaux de l'American ceramie Society, 608.
 — Émaux plombifères, 612.
Charges des roues des véhicules, limites pratiques, 813.
Châssis pour toiles (GAILLET). Rapport de M. PILLET, 1406.
Chaudières en 1904, 310.
 — Explosions, 667.
 — Grille mécanique, fours, 158.
 — Foyers à charbons pulvérisés, 798. SCHWARTZKOPF, 807. Action de l'huile sur les (MORISON), 807. *Chargeur* automatique VICTOR, 957.
 — *Épuration des eaux*, 491.
 — à tubes d'eau RENARD, 178.
 — Accumulateur thermique. HALPIN, 317.
 — **Surchauffeurs**, 316, 645. BUTTNER, 617, CLIMAX, CRUSE, 649, 651. BABCOX, 646, 654. FOSTER, 650. GALLOWAY, HERING, 654. SCHMIDT, 660. TINKERS, 653. WALTHER, 655, WATKINSON, 649.
Chauffage de la ville de Dresde, 1887.
CHEMINS DE FER.
Installation d'essais de locomotives du Pennsylvænia. Rv., à l'Exposition de Saint-Louis, 171.
Block system automatique, 182.
Locomotives en 1904, 337.
 — decapod de l'Atchison-Topeka, 339.
 — articulée du chemin de fer du Nord, 1288.
 — HENSCHELL, 341.
 — Chargeur de foyer automatique VICTOR, 957. Tubes ondulés MANNESSMANN, 1288.
 — **Explosion de la gare Saint-Lazare** (FREMONT), 353; (DUBOIS), 869 (PERISSÉ),
 — *Surchauffeurs*, SCHMIDT, 342, 1129. COCKERILL, SHENECTADY. COLE et CATLEY. PIEDLOCK, 1129.
 — à tubes d'eau ROBERT, 664. BROTON, 1301.

- Locomotives** à gazoline, 830.
 — Automotrices, 279.
Accouplements automatiques, 401.
Traction électrique, 280.
Wagons à gros tonnage, 666.
Chiffons de dégraissage (Valeur des), 1504.
Chimie (*Notes de*), par M. J. GARÇON, 143, 256, 367, 488, 603, 789, 950, 1087, 1490.
 — *Brevets en France en 1904*, pour les industries chimiques, 956.
 — *Enseignement de la*, 254.
 — Comité de —, procès-verbaux, 11 avril, 9 mai, 614, 13 juin, 979, 11 juillet, 982.
Chlorophylle du géranium, 373.
Cidre. Fabrication scientifique (PERRIER), 286.
Ciments stéarinés, 617. Mélangeurs TRUMPF, 1138.
Cocotier et ses applications industrielles (PRUDHOMME), 858.
Colis postaux. Transport électrique, 1531.
Colles. Mastics épaississants (KRUGER), 779. Colles animales, 779; végétales, 783.
Colloïdes, 367.
Combustibles fossiles. Etudes chimiques (LEMIÈRE), 1491.
Conseil d'administration de la Société d'Encouragement, au 1^{er} janvier 1905, 1.
Coton hydrophile, préparation, 144; blanchi (jaunissage du), 490. *Cotons* artificiels, 371.
 — Machine à récolter le coton, 1278.
 — Culture en Afrique, 777.
Courroies. *Transmissions* par (ROZÉ), 480.
Cuir. *Essais par flexion circulaire* (BOLLANGER). Rapport de M. LIVACHE, 851. *Travaux sur les*, 982.
Cuivre. Protection contre l'eau de mer, 612.
Cyanure de potassium. Antidote du, 375.

D

- Diamants*. Sertissage et taille, 815.
Diazoïques. Action de la lumière sur les créations des corps diazoïques, 952.

Dégraissage de la laine. Action des agents sur la force des fibres, 950.

Distillerie. Lutte contre les fermentations secondaires, 789. Fermentation à la colophane EFFRONT, 791. Constitution de l'acide abiétique, 794.

Distillerie (L'acide formique en), 1500.

E

Eaux potables. Purification et épuration des eaux d'égout en Angleterre (GRANDEAU), 64. *Épuration des eaux d'égout*, 68, par le sol, 69. Procédés artificiels d'épuration, 74. Épuration par voie bactériologique, 76. Épuration à Reigate, 82, Uxbridge, 91, Darly Abbey, 94, Chorley, 96, Knottingley, Barleith, 88, Speldhurst, 99. Lits aérobiques Candy, 78, 100. Conclusions de la commission d'Ems, 101. *Purification des eaux potables*, 106, par filtres à pression et à carbonatation Candy, 108. Filtres à pression de HASTINGS, 109, BEDFORD, COMBE, BROOK, 115. *Épuration des eaux de rivières*, à EGHAM, 117. READING, 120.

— *Dosage de la pollution des eaux*, 262.

Échantillonnage, 491.

Éclairage. Manchons à incandescence, théorie, 263.

— *Lampe au tantale*, 282, 530, 664; à osmium, 529.

Écrire. Machine à (HAMMOND). Rapport de M. TOULON, 1416.

Égouts. Purification des eaux (GRANDEAU), à Lille, 1503.

Enseignement professionnel et apprentissage (ALFASSA), 1324.

Enseignement technique de l'industrie des cuirs en Angleterre (PRÉVOT). Rapport de M. LIVACHE, 1413.

Enseignement technique (DESCHAMPS), 1528. En Allemagne, 1533.

État financier de la Société. Exercice 1904. Rapport de MM. LAFOSSE et BORDET. Bilan 1381-1399.

Étain. Préparation électrochimique de la pâte d'étain, 152.

— Récupération des fers-blancs NIEL, 403.

Explosifs. Carbure de calcium, 157.

Exposition du petit outillage à Gand, 405.

F

Ferments artificiels, 370.

Filetages. Unification des pas au-dessous de 6 mm., 128, 696, 1035. Unification des petits filetages, 124. Projet du syndicat professionnel des industries électriques, 124. Association britannique pour l'avancement des sciences (1884), 135. *Rapport de la Commission*, 697. Résumé des avis reçus, 702. Observations, 703. Note de M. le général SEBERT, sur le projet du syndicat des industries électriques, 710. Projets CARPENTIER, 720. Forges et chantiers, 712. Association britannique pour l'avancement des sciences, 722. *Règles adoptées par la Commission*, 1035. Réunion du 4 avril 1905, 1037. Séance du 22 juin 1905. Travaux de M. AUBAILLE, 1043.

Froid. Machines frigorifiques en 1904, 347. LEBLANC, 669, 1142. PARSONS, 1142. à absorption. Essai HABERMANN, 970.

Fumées (Désinfection des), 1503.

G

Galvanisation. Procédé SHERARD, 820.

Grèves de Marseille, 500; des mineurs de la Ruhr, 501; droit de grève en Angleterre, 599.

Grille-cadre. TOURNEUX. (Rapport de M. LIVACHE), 1409.

H

Hydrogène sulfuré. Emploi comme dissolvant, 610.

Hydrosulfites (les), 488. Emploi en sucrerie, 1500.

I

Incendies. Extincteurs, 186.

Indigo (l'), 1087.

Industries chimiques. Groupement des, 156.

Insecticides arsenicaux, 1092.

Institut technique roubaisien de M. l'abbé VASSART, (P) 493.

L

Laines. Huiles pour leur ensimage, 803.

Législation internationale du travail. Conférence de Berne, 590.

Levage en 1904, 349. Grues flottantes des ports de Dantzig et de Riga, 269.

— Déchargeur HULETT, 351.

— Élévateur pour bateaux, concours de Prerau, 184, 280.

— Telphéage, 349.

Littérature des périodiques (G. R.), 193, 295, 416, 535, 683, 838, 991, 1170, 1373, 1544.

M

Machines marines en 1904, 344.

Machines-outils en 1904, 345. *Expériences sur le travail des* (CODRON). Perçage et forage, 226. En fonte douce, 234; foreuse à forets multiples, 251; forage, 1048.

— Fabrication des douilles de cartouches pour canons rapides (CUBILLO et HEAD), 1145.

— Guidages curvilignes (Siegfried et Werner), 620.

— *Mandrineurs* LOVEKIN, 519.

— *Outils à pointes de diamant* (HENNING), 266.

— *Riveuse* ARNODIN, 811.

Marine. Signaux acoustiques sous-marins, 826.

Mastic au zinc BONNEVILLE pour joints de vapeur, Rapport de M. LIVACHE, 568.

Mécanique en 1904 (G. RICHARD). Chaudières, 310; surchauffe, 316, 320; machines à vapeur, 317; turbines à vapeur, 320; moteurs à gaz, 323; gazogènes, 328; sur navires, 333; turbines à gaz, 335; turbines hydrauliques, 338; locomotives, 338; machines marines, 344; machines-outils, 345; air comprimé, 347; machines frigorifiques, 347; pompes, 348; appareils de levage, 349.

Mélangeurs TRUMPF, 1138.

Métallurgie (la) en 1904, par M. H. LE CHATELIER, 212; bronzes, 214, 223; analyse électro-chimique, 215; aciers spéciaux, 216, 223; fragilité, 218; compression du coke, 220; dessiccation de l'air des hauts fourneaux, 220; acier électrique, 221; laminoirs, 221; galvanisation, 222.

— Au congrès et à l'exposition de Liège (LE CHATELIER, GUILLET), 982, 986.

— **Machine à mouler** BONVILLAIN. (Rapport de M. BOURDON), 548.

— **Machines de laminoir** COCKERILL et DAVY, 961; RICHARDSON, 1123.

— **Enseignements scientifiques du polissage** (OSMOND et CARTAUD), 280.

Microbes chromogènes, 373.

Microscope COTTON et MOUTON à éclairage sur fond obscur, 407.

Mines. *Grisoumètre* HAUGER et PERCHEUX, 611.

— Puits d'aérage et d'extraction combinés, 821.

— Durée du travail dans les mines, 943. Machines d'extraction électriques, 1305.

— *Sondages*. Mesure des déviations, appareil MARIOTT, 1126.

— *Remblayage par l'eau*, 186.

— Emploi de l'électricité. Règlements anglais, 284.

— Journée de 8 heures dans les mines, 502.

Mires de nivellement ROBIN. Rapport de M. TOULON, 205.

Monnaie de Paris. (Laboratoire de la), 1318.

Moteurs à gaz pour bateaux STEIN, 1509.
Moteur DAVEY PAXMANN de 34 chevaux, 1524. Moteur à gaz de hauts fourneaux, 182.

— en 1904, 323. Cail, 327.

— OTTO DEUTZ de 2000 chevaux, 324.

— de la Société de Nuremberg, 325.

— Allumage LODGE, 403.

— *Gazogènes*, progrès des, 829. Théorie des (KUTZBACH), 504; DAVEY PAXMANN, 1527; DESCHAMPS, 329; CAIL, 331; CROSSLEY, 320; CAPITAIN portatif, 333.

— *Turbines à gaz* STOLZE, 335; ARMENGAUD et LEMALE, 336.

Moteurs à pétrole Diesel de 500 chevaux, 815.

— *Carburateurs* CLAUDEL (DILIGEON), 305; CROSSLEY, 334.

Moteurs à vapeur en 1904, 317. A piston chauffé FRANÇOIS, 1303.

— *Surchauffe*, 320, et ses applications (NEILSON), 645. Essais d'un moteur COLE-MORLEY, 827.

— **Condenseurs**, 318. Central de Neuves-Maisons, 385; à surface (ALLEN), 1342. Recherches des matières grasses, 1092. Corrosion des tubes à la mer (SEXTON), 1358.

— *Turbines à vapeur* en 1904, 320. De la « Carmania », 1533.

Murs de soutènement (Machines à calculer les), 1282.

N

Navires. Appareil SCHLICK pour en étudier les vibrations, 377.

Nitrification intensive (MUNTZ et LAINÉ), 1498.

Noir d'acétylène, 1314.

Notes de chimie (J. GARÇON), 144, 255, 367, 488, 603, 789, 950, 1087, 1490.

Notes économiques (ALPASSA), 494, 590, 763, 938, 1479.

Notes de mécanique (G. R.), 158, 267, 377, 504, 620, 806, 957, 1097, 1340, 1509.

Notices nécrologiques.

— de MM. V. DE LUYNES par M. APPERT, 55.

— RISLER, par M. TISSERAND, 1193.

— RENARD (le colonel) (CH. RENARD), 1202.

— SIMON, par M. BRULL, 1400.

O

Ondulium. Carton ondulé. Rapport de M. FLAMANT, 1198.

Or cassant, 148.

Oxygène et azote. Préparation par l'air liquéfié (CLAUDE), 1499.

P

Palplanches en acier, 1340.

Papiers peints (lumière réfléchie par les), 801. — D'art et de luxe, fabrication (SINDALL), 1316.

Peinture pour métaux sur papier, 616, 1282.

— au sulfure de zinc, 617.

— au blanc de zinc. Expériences à l'Institut Pasteur, 1308.

— du métropolitain de New-York, 803.

Perforatrices BRANDT, 380.

— à gazoline, 824.

Phénol (Dosage du), 260.

Phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore, 1091.

Pilotis en ciment, 1280.

Plate-forme roulante du métropolitain de New-York, 825.

Plâtre. Four PÉRIN, 185.

Photographie. Réversibilité photographique. Action retardatrice des bromures solubles (SHEPPARD), 1315.

Points d'ébullition des substances usuelles, 1091.

Ponts transbordeurs, 671. Pont de WILLIAMSBURG, 672.

Porte-plumes à réservoir (MAGENNIS), 1359.

Poulie extensible DELAGNEUX, 160.

Prix et médailles. Séance générale du 23 décembre 1904, 12.

— *Prix du marquis d'Argenteuil* décerné à MM. AUGUSTE et LOUIS LUMIÈRE. Rapport de M. S. PECTOR, 28.

— *Grande médaille Lavoisier* décernée à M. HEROULT. Rapport de M. BACLÉ, 34.

— *Grande médaille de Jean Goujon* décernée à M. ARNODIN. Rapporteur M. RESAL, 43.

— *Médailles d'or* décernées à M. GUILLET. Rapport de M. LE CHATELIER, 49, et à M. BOULANGER. Rapport de M. LIVACHE, 51.

— *Médaille Dumas* décernée à M. POTERIE. Rapport de M. COLLIGNON, 25.

— *Prix Fourcade* décerné à M. OSSELIN. Rapport de M. COLLIGNON, 20.

Puits artésiens. Variation quotidienne du débit (FLAMANT), 485.

R

Réglementation du travail et retraite des employés de chemins de fer (ALFASSA), 1478.

Résistance des matériaux.

Essais de fragilité. Appareil de M. GUILLERY, 29. Rapport de M. SAUVAGE, 62.

— *en charges alternatives* au National physical Laboratory, 276; SMITH, 396.

— *en traction et torsion combinées.* Machine de HANCOCK, 1136.

Retraites ouvrières (Congrès des), 766; projet de, 775. Des employés de chemins de fer, 1478.

Revue de quinzaine (G. R.), 182, 279, 285, 401, 405, 664, 671, 820, 827, 1170, 1278, 1528, 1533.

Rouille. Action préservatrice de l'arsenic (LINET), 954. Préservation (DUNSTAN), 1309.

Rivet à bille de la Link Belt, 379.

Rubéroïd (le). Rapport de M. MOREAU, 693.

S

Sang. *Dessiccation, procédé* DONNARD et BOULET. Rapport de M. LIVACHE, 854.

Saponification (Constantes de), 609.

Séances. *Procès-verbaux*, 13-27 janvier, 190, 279; 10-24 février, 283, 398; 26 mai, 9 juin, 819; 23 juin, 1161; 27 octobre, 1362; 10 et 24 novembre, 1367 et 1528; 8 décembre 1533.

Secteurs électriques de Paris. Nouvelle organisation, 531.

Sensations colorées (Détermination des). (ABNEY), 1507.

Simplon (le), 494.

Sociétés de chimie industrielles, 153.

Soie artificielle (Caractérisation de la), 611, 619.

Soufre américain en Europe, 1490.

Sucrerie. Emploi des hydrosulfites, 1500.

Sumac. Caractérisation des feuilles, 1504.

T

Tannin, dosage par la strychnine, 1323.

Tannins (Extraction des), 801.

— Dosage par la colline, 258.

— *Tannage rapide* du cuir à semelles, 603.

Tantale. Gisements en France, 800.

Teinture. Absorption des sels métalliques par les textiles (SCHELLEN), 1505.

Télautographe POULSEN, 281.

Téléphones. Bureau automatique STROWGER, 186.

Télescopes. *Fabrication des miroirs argentés.* DRAPER et RATCHEY. *Supplément* au Bulletin d'octobre.

Thermodynamique. Diagrammes MOLLIER, 165.

Tissus désinfectés, altération, 147.

Tourbe. Procédé GERKE, 821.

Traité de commerce avec l'Allemagne, 499.

Transmissions de force. Rendement, 383.

— par liens flexibles (ROZÉ), 480.

Travail aux États-Unis. Organisation du (Alfassa), 730; esprit d'entreprise, 738; outillage moderne, 740; organisation intérieure des usines, 744; collaboration des ouvriers et des employeurs, 747; situation des ouvriers en dehors des heures de travail, 757; fédération de New-York, 760.

Travail dans les mines, durée, 943.

Trempe des bronzes, 981.

V

Vanadium. Emploi en impressions, 372.

Verres. Point de fusion, 259.

— Coloration des vitres anciennes, 374.

— pour analyses, 1090.

— Fusion par l'électricité (BRONN), 914.

Vigne. Action des bouillies cupriques sur le mildew, 953.

Vins (Moelleux des), 265.

— Vieillessement, 1095, 1502.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.